

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE - UNICENTRO-PR

**EXTRATO DE ALGAS NO CONTROLE DA
PODRIDÃO PARDA E NA QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DE AMEIXAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

IRES CRISTINA RIBEIRO OLARI

GUARAPUAVA-PR

2014

IRES CRISTINA RIBEIRO OLIARI

**EXTRATO DE ALGAS NO CONTROLE DA PODRIDÃO PARDA E NA
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho
Orientador

Prof.^a Dr.^a Cacilda Márcia Duarte Rios Faria
Co-orientadora

Prof. Dr. Ricardo Ayub
Co-orientador

GUARAPUAVA-PR
2014

O46e

Oliari, Ires Cristina Ribeiro

Extrato de algas no controle da podridão parda e na qualidade pós-colheita de ameixas / Ires Cristina Ribeiro Oliari. -- Guarapuava, 2015
xiv, 89 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2015

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho

Co-orientadores: Cacilda Márcia Duarte Rios Faria, Ricardo Ayub

Banca examinadora: Renato Vasconcelos Botelho, Juliano Tadeu Vilela de Resende, Alessandro Jefferson Sato, Cacilda Márcia Duarte Rios Faria

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Ascophyllum nodosum*. 4. Controle alternativo. 5. *Ecklonia maxima*. 6. *Prunus salicina*. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD (21ª ed.) 634.25

Ires Cristina Ribeiro Oliari

**EXTRATO DE ALGAS NO CONTROLE DA PODRIDÃO PARDA E NA QUALIDADE
PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 29 de julho de 2014.


Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho
(UNICENTRO)


Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende
(UNICENTRO)


Prof. Dr. Alessandro Jefferson Sato
(UFPR)


Profª. Drª. Cacilda Marcia Duarte Rios Faria
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2014

Mamãe Edith, Nona e Nono.
Dedico...

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Dr. Renato Vasconcelos Botelho, não somente pela orientação, mas pela credibilidade que em mim depositou, pela paciência de responder minhas intermináveis dúvidas, e, por fim, ser uma ponte para que eu alcançasse mais essa etapa;

Ao Professor Dr. Alessandro Jefferson Sato pelos conselhos e norte para a maturidade profissional; Professora Dr.^a Cacilda Márcia Duarte Rios Faria, não somente pela co-orientação, mas pela amizade;

Ao Professor Dr. Juliano T. Vilela de Resende por permitir o uso dos equipamentos do laboratório de fisiologia vegetal;

Professora Dr.^a Cassia Inês Lourenzi Franco Rosa por me ensinar as metodologias, obrigada pela paciência e dedicação;

Ao Professor Dr. Ricardo Ayub que me co-orientou mesmo a distância;

A minha gigante amiga, Bruna Wurr Rodak, apoio nas minhas desesperanças, minha revisora *mor*.

Aos meus novos amigos, Rildânia Abadia Barcelos e Thiago Marchi, a presença de vocês no decorrer do mestrado foi indispensável, além dos conselhos e apoio;

Aos meus familiares, que me apoiaram e foram compreensíveis com a necessidade da minha ausência em alguns momentos;

A Lucília, mais que secretária do PPG, amiga querida que além de estar sempre pronta a me ajudar com as documentações, me escutou sempre que precisei;

À Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, especialmente ao Departamento de Agronomia e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal;

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Nível Pessoal, CAPES, pela concessão de bolsa durante o mestrado.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABELAS	13
RESUMO.....	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. A CULTURA DA AMEIXA.....	18
2.2. CARACTERÍSTICAS PÓS-COLHEITA	19
2.3. DOENÇAS PÓS-COLHEITA DA AMEIXEIRA.....	24
2.3.1. <i>Monilinia fructicola</i> agente causal da podridão-parda.....	25
2.4. ALGAS MARINHAS.....	27
2.4.1. Aspectos gerais da alga marinha <i>Ascophyllum nodosum</i>	28
2.4.2. Aspectos gerais da alga marinha <i>Ecklonia maxima</i>.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. EXPERIMENTO 1: APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS ‘IRATI’ E ‘REUBENNEL’	29
3.1.1. Local do experimento	29
3.1.2. Material experimental	29
3.1.3. Delineamento experimental e tratamentos	30
3.1.4. Desenvolvimento experimental e manejo	34
3.1.5. Variáveis analisadas	34
3.1.6. Análise estatística.....	38
3.2. EXPERIMENTO 2: EXTRATO DE ALGAS NO CONTROLE DE <i>MONILINIA FRUCTICOLA</i> AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO-PARDA.....	38
3.2.1. Teste <i>in vitro</i>	38
3.2.2. Teste <i>in vivo</i>	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. EXPERIMENTO 1: APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS ‘IRATI’ E ‘REUBENNEL’	43
4.1.1. Resultados.....	43
4.1.1.1. Cultivar ‘Irati’	43
4.1.1.2. Cultivar ‘Reubennel’	49
4.1.2. Discussão.....	52
4.2. EXTRATOS DE ALGAS NO CONTROLE DE <i>MONILINIA FRUCTICOLA</i> AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO-PARDA	62
4.2.1. Resultados e discussão	62
4.2.1.1. Índice de velocidade de crescimento micelial, esporulação e germinação <i>in vitro</i> de <i>M. fructicola</i>	62

4.2.1.2. Tratamentos pós-colheita de frutos de ameixas com extratos de algas para o controle <i>in vivo</i> de <i>M. fructicola</i>	66
5. CONCLUSÕES.....	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1:** PERDA DE MASSA (%) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (** E * SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1 E 5% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE). 45
- FIGURA 2:** ACIDEZ TITULÁVEL (%) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (*SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE) . 45
- FIGURA 3:** FIRMEZA DE POLPA (N) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (*SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT ($P<0,05$)). 46
- FIGURA 4:** ANTOCIANINAS ($\text{MG } 100 \text{ G}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 46
- FIGURA 5:** COMPOSTOS FENÓLICOS ($\text{MG } 100 \text{ G}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 47
- FIGURA 6:** LUMINOSIDADE DA EPIDERME DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 48
- FIGURA 7:** ATIVIDADE DA ENZIMA PECTINAMETILESTERASE (PME) ($\text{NMOL } \text{G}^{-1} \text{ MIN}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 48
- FIGURA 8:** ATIVIDADE DA ENZIMA POLIGALACTURONASE (PG) ($\text{U } \text{ML}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘IRATI’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 15 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 49
- FIGURA 9:** PERDA DE MASSA (%) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE®) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER®) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 49

- UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (*SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE PELO TESTE DE SNK ($p < 0,05$)). 50
- FIGURA 10:** ÁCIDO ASCÓRBICO ($\text{MG } 100 \text{ G}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE[®]) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER[®]) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (*SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE PELO TESTE DE SNK($p < 0,05$)). 51
- FIGURA 11:** VALORES DE pH DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE[®]) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER[®]) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (*SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE PELO TESTE DE SNK($p < 0,05$)). 51
- FIGURA 12:** ACIDEZ TITULÁVEL (%) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE[®]) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER[®]) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (** E * SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1 E 5% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE). 52
- FIGURA 13:** RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ TITULÁVEL (RATIO) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE[®]) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER[®]) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (** E * SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1 E 5% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE). 52
- FIGURA 14:** FIRMEZA DE POLPA (N) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (ALGAMARE[®]) E *ECKONIA MAXIMA* (BOOSTER[®]) AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (** E * SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1 E 5% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE). 53
- FIGURA 15:** COMPOSTOS FENÓLICOS ($\text{MG } 100 \text{ G}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKONIA MAXIMA* AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (** E * SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1 E 5% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE). 53
- FIGURA 16:** TEORES DE CAROTENÓIDES ($\text{MG } 100 \text{ G}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKONIA MAXIMA* AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (* SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE PELO TESTE DE SNK ($p < 0,05$)). 54
- FIGURA 17:** ATIVIDADE DA ENZIMA PECTINAMETILESTERASE (PME) ($\text{NMOL } \text{G}^{-1} \text{ MIN}^{-1}$) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *A. NODOSUM* E *E. MAXIMA* AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ E $90 \pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 55

- FIGURA 18:** ATIVIDADE DA ENZIMA POLIGALACTURONASE (PG) ($U\ mL^{-1}$) DE AMEIXAS ‘REUBENNEL’ TRATADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE ALGA *A. NODOSUM* E *E. MAXIMA* AOS 30 DIAS APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO ($0\pm 2,5^{\circ}C$ E $90\pm 5\%$ UR). (GUARAPUAVA-PR, 2012) (**SIGNIFICATIVO AO NÍVEL DE 1% DE PROBABILIDADE). 55
- FIGURA 19:** ÍNDICE DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO MICELIAL (IVCM) *IN VITRO* DO FUNGO *MONILINIA FRUCTICOLA* SUBMETIDO A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE ($75\ g\ 100\ L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013) (** MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE $P < 0,01$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT) (CV %= 3,98 E 11,7 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE) 66
- FIGURA 20:** ESPORULAÇÃO *IN VITRO* DO FUNGO *MONILINIA FRUCTICOLA* SUBMETIDO A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE ($75\ g\ 100\ L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013) (* E ** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL $P < 0,01$ E $P < 0,05$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT, RESPECTIVAMENTE) (CV %= 24,95 E 41,08 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE)..... 68
- FIGURA 21:** PERDA DE MASSA DE FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ INOCULADAS COM *MONILINIA FRUCTICOLA* E SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE ($75\ g\ 100\ L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]) AOS 28 DIAS APÓS O ARMAZENAMENTO. (GUARAPUAVA-PR, 2013) (** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE $P < 0,01$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT) (CV %= 9,62 E 20,56% PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE)..... 69
- FIGURA 22:** ÁREA ABAIXO CURVA PROGRESSO DA INCIDÊNCIA DOENÇA (AACPID) DE FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ INOCULADAS COM O FUNGO *MONILINIA FRUCTICOLA* SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE ($75\ g\ 100L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013) (** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE $P < 0,01$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT) (CV %= 24,27 E 20,40 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE)..... 71
- FIGURA 23:** ÁREA ABAIXO DA CURVA DO PROGRESSO DA SEVERIDADE DOENÇA (AACPSD) DE FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ INOCULADAS COM *MONILINIA FRUCTICOLA* E SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E IPRODIONE ($75\ g\ 100\ L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013) (** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE $P < 0,01$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT A 1%) (CV %= 28,44 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM*) 73
- FIGURA 24:** ÍNDICE DE DOENÇA (%) DE FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ INOCULADAS COM O FUNGO *MONILINIA FRUCTICOLA* SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE ($75\ g\ 100L^{-1}$, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013) (** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE $P < 0,01$ PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT) (CV

%= 22,25 E 27,06 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE) 74

FIGURA 25: ESPORULAÇÃO DO FUNGO *MONILINIA FRUCTICOLA* EM FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE *ASCOPHYLLUM NODOSUM* (A), *ECKLONIA MAXIMA* (B) E IPRODIONE (75 G 100L⁻¹, PRODUTO COMERCIAL ROVRAL[®]) (GUARAPUAVA-PR, 2013) (* E ** MÉDIAS SEGUIDAS DE LETRAS DIFERENTES, DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE P < 0,01 E < 0,05 PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT) (CV % = 33,03 E 24,88 PARA *ASCOPHYLLUM NODOSUM* E *ECKLONIA MAXIMA*, RESPECTIVAMENTE)..... 75

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: CONSTITUIÇÃO DO FERTILIZANTE ORGANIMINERAL ALGAMARE [®] E BOOSTER [®]	33
TABELA 2: PARÂMETROS INICIAIS DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS DE AMEIXA DAS CULTIVARES ‘IRATI’ E ‘REUBENNEL’	43
TABELA 3: RESUMO DO QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AMEIXAS ‘IRATI’.....	44
TABELA 4: RESUMO DO QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AMEIXAS ‘REUBENNEL’	49
TABELA 5. ÁREA ABAIXO DA CURVA DO PROGRESSO DA SEVERIDADE DA DOENÇA (AACPSD) DE PODRIDÃO-PARDA CAUSADA PELO FUNGO <i>MONILINIA FRUCTICOLA</i> EM FRUTOS DE AMEIXA ‘REUBENNEL’ INOCULADAS E SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO DE <i>ECKLONIA MAXIMA</i> OU IPRODIONE (75 G 100 L ⁻¹ , PRODUTO COMERCIAL ROVRAL [®]). (GUARAPUAVA-PR, 2013).....	72

RESUMO

Ires Cristina Ribeiro Oliari. Extrato de algas na qualidade pós-colheita de ameixas.

Os frutos da ameixeira (*Prunus salicina*) possuem características importantes no sentido nutracêutico, entretanto, apresentam alta sensibilidade às perdas pós-colheita com prejuízos nas características nutricionais. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de extrato de algas *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima* na qualidade pós-colheita de ameixas ‘Irati’ e ‘Reubennel’ e no controle de *Monilinia fruticola*, agente causal da podridão-parda. Foram realizados experimentos a fim de verificar o efeito de cinco concentrações (0; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L⁻¹) de dois produtos comerciais contendo extrato de algas (Algamare[®] e Booster[®]) na qualidade físico-química de frutos de ameixa de ambas as cultivares e no controle *in vivo* e *in vitro* de *M. fruticola* nas ameixas ‘Reubennel’. Como tratamento padrão de controle da podridão-parda utilizou-se o fungicida Iprodione. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo as análises efetuadas aos 15 e 30 dias para ‘Irati’ e ‘Reubennel’, respectivamente, (dois dias de prateleira em condições naturais), efetuando-se cinco repetições. Os extratos de algas estudados influenciaram a qualidade pós-colheita das ameixas e as características do fungo *M. fruticola*, sobretudo quando fornecidas as concentrações mais altas. As variáveis teor de ácido ascórbico, teor de sólidos solúveis, pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável das ameixa ‘Irati’ e ‘Reubennel’ não foram influenciados por ambos os extratos. O extrato de *A. nodosum* mostrou-se eficiente em atrasar a maturação das ameixas, e o extrato de *E. maxima* apresentou características de aceleração da maturação nas condições desse estudo. No teste *in vitro* as doses não apresentaram efeito significativo sobre IVCN e à esporulação da *M. fruticola*. Entretanto, no teste *in vivo* houve efeito positivo da aplicação dos extratos, com redução da AACPID de 41,03 e 26,90% para *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente. A dose de 0,4 mL L⁻¹ de *A. nodosum*, diminuiu, em média, 46,77% a AACPD em comparação com a testemunha, igualando-se ao tratamento iprodione. Conclui-se que os componentes orgânicos e inorgânicos presentes nos extratos de algas pesquisados induziram alterações fisiológicas nos frutos de ameixas ‘Irati’ e ‘Reubennel’ alterando a pós-colheita dos mesmos, conseqüentemente, afetando a vida de prateleira, além de possuírem efeitos benéficos quanto ao controle do agente causal da podridão-parda.

Palavras-Chave: *Ascophyllum nodosum*, controle alternativo, *Ecklonia maxima*, *Prunus salicina*.

ABSTRACT

Ires Cristina Ribeiro Oliari. Algae extract in postharvest quality of plums.

The fruits of plum (*Prunus salicina*) have important features in nutraceutical sense, however, show high sensitivity to post-harvest losses with losses in nutritional characteristics. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of extract of *Ascophyllum nodosum* algae and *Ecklonia maxima* in postharvest quality of plums 'Irati' and 'Reubennel' and in control of *Monilinia fructicola*, the causal agent of brown-rot. Experiments were conducted to verify the effect of five concentrations (0.0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4 mL L⁻¹) of two commercial products containing seaweed extract (Algamare[®] and Booster[®]) the physico-chemical quality of plum fruit of both cultivars and control *in vivo* and *in vitro* *M. fructicola* the plums 'Reubennel'. As standard treatment to control black pod used the fungicide Iprodione. The experimental design was completely randomized, with the analyzes performed at 15 and 30 days for 'Irati' and 'Reubennel', respectively (two days shelf in natural conditions), making up five replications. The seaweed extracts studied the influence of the post-harvest quality plums and features of the fungus *M. fructicola*, especially when given higher doses. Variables ascorbic acid, total soluble solids, pH, soluble solids / titratable acidity of plum 'Irati' and 'Reubennel' were not influenced by both extracts. The extract of *A. nodosum* was efficient in delaying ripening plums, and the extract of *E. maxima* showed characteristics of acceleration of maturity under the conditions of this study. *In vitro* test doses had no significant effect on MIGS and sporulation of *M. fructicola*. However, the test was positive *in vivo* effect of the application of the extracts, with reduced AACPID of 41.03 and 26.90% for *A. nodosum* and *E. maxima*, respectively. A dose of 0.4 mL L⁻¹ of *A. nodosum* decreased, on average, 46.77% AUDPC compared with control equaling the iprodione treatment. It is concluded that organic and inorganic present in extracts of algae surveyed components induced physiological changes in the fruits of plums 'Irati' and 'Reubennel' changing post-harvest thereof, thus affecting shelf life, besides having beneficial effects regarding the control of the causal agent of brown-rot.

Keywords: *Ascophyllum nodosum*, alternative control, *Ecklonia maxima*, *Prunus salicina*.

1. INTRODUÇÃO

As recentes descobertas da medicina e as conseqüentes mudanças de hábitos da população revelam uma busca constante por alimentos mais saudáveis e produzidos de forma mais sustentável, com menor impacto ambiental. Nesse sentido, o consumo de frutas *in natura* tem sido mundialmente crescente, e a ameixa, por ser nutritiva e possuir quantidades consideráveis de vitaminas, em especial a C, tem destaque no cultivo de frutos de clima temperado.

A ameixa é um fruto altamente perecível e sensível às perdas pós-colheita, principalmente quando ocorrem danos mecânicos e infestações de micro-organismos nos frutos, com destaque para o fungo *Monilinia fructicola* agente causal da podridão-parda, principal doença pós-colheita da ameixa. Portanto, novas tecnologias que mantenham a qualidade e prolonguem a vida de prateleira, minimizando os danos mecânicos e incidência de doenças, podem trazer contribuições importantes para a cadeia produtiva. A refrigeração é o principal método empregado no armazenamento das ameixas, entretanto, se os frutos forem submetidos a um período prolongado sob baixa temperatura podem desenvolver distúrbios fisiológicos, e conseqüentemente, perda de qualidade.

Outras técnicas vêm sendo estudadas para serem utilizadas como alternativas ou associadas ao método de refrigeração, entre elas destaca-se, a atmosfera modificada em câmaras frias - com emprego de embalagens diferenciadas, como filmes plásticos, biofilmes comestíveis ou degradáveis biologicamente, radiação e fumigação. Ressalta-se também o emprego de análogos aos fitohormônios, que inibem a síntese ou a ação do etileno, e retardam a maturação e senescência dos frutos durante o armazenamento.

Uma alternativa para a manutenção da qualidade pós-colheita, em associação ao armazenamento a frio, é o uso do extrato de algumas espécies de algas marinhas, que, por possuírem uma concentração de fitohormônios, como as auxinas, giberelinas e citocininas, podem retardar a pós-colheita de amadurecimento e senescência dos frutos. Nesse sentido, as algas *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima* merecem destaque, pois, o extrato dessas sendo comercializado e empregado em algumas áreas, incluindo a cadeia produtiva agrícola. A legislação enquadra os extratos de algas como bioestimulantes, caracterizando-os como agentes complexantes em formulações de fertilizantes para aplicação foliar e em fertirrigação.

Múltiplos processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos, diretos ou indiretos, estão envolvidos nas respostas das plantas às aplicações exógenas dos extratos de algas, como por

exemplo, melhoria na germinação e estabelecimento das sementes, maior crescimento e produção das plantas, aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos, como seca, baixas temperaturas e incidência de doenças fúngicas. Alguns trabalhos também apontam o emprego dos extratos no processo de pós-colheita proporcionando maior vida útil de produtos perecíveis.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de extrato de algas marinhas das espécies *A. nodosum* e *E. maxima* na qualidade pós-colheita e controle de *Monilinia fructicola* em ameixas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A CULTURA DA AMEIXEIRA

A ameixeira é uma frutífera arbórea e perene de clima temperado pertencente à família Rosaceae, subfamília Prunoideae e gênero *Prunus*, onde também estão inseridas além das ameixeiras, os pessegueiros, nectarineiras, damasqueiros e amendoeiras (WEINBERGER, 1975). Dentre as espécies duas são exploradas comercialmente, a *P. domestica*, cultivada mundialmente em maior escala e conhecida como ameixa européia, originária do sul do Cáucaso, e, a espécie *P. salicina* que é plantada em menor escala e chamada de ameixa japonesa, originária da China e inicialmente desenvolvida para consumo *in natura* no Japão (CASTRO e CAMPOS, 2003). Contudo, no Brasil a espécie mais cultivada é a *P. salicina* por apresentar menor exigência em horas de frio e maior adaptação às condições brasileiras de cultivo (EPAGRI, 1992).

A produção de ameixas é destinada na quase totalidade ao consumo *in natura* e uma pequena parte passa por processamento industrial, em forma de passas, geléias, licores e destilados (CHAGAS et al., 2007). Para atender a demanda mundial de consumo e industrial, na safra de 2012, uma área de aproximadamente 2,5 milhões de hectares foi destinada ao plantio dessa frutífera, com uma produção em torno de 11 milhões de toneladas e produtividade média de 4,2 mil kg ha⁻¹. A China é o maior produtor dessa rosácea, com aproximadamente 56% da produção, seguida pela Romênia (4%), Sérvia (3%), Chile (3%), Turquia (3%), Irã (3%) e Estados Unidos da América (EUA) (2%). O Irã apesar de ser apenas o sexto maior produtor de ameixa no mundo é o país que apresenta os maiores índices de produtividade, com cerca de 25 mil kg ha⁻¹ (FAO, 2014).

São escassos os levantamentos sobre o cultivo de ameixa no Brasil, os dados atuais do ano de 2009 relatam aproximadamente 4,5 mil hectares cultivados, com uma produção anual de 63 mil toneladas e produtividade de 8,9 mil kg ha⁻¹. O cultivo dessa rosácea ocorre praticamente em sua totalidade, nas regiões Sul e Sudeste do país, com destaque para os estados de Santa Catarina (24%), São Paulo (23%), Paraná (22%), Rio Grande do Sul (21%) e Minas Gerais (10%) (FACHINELLO et al., 2011).

Alguns dos principais genótipos desenvolvidos no país são Carmesim, Gema de Ouro, Golden Talismã, Leticia, Amarelinha, Santa Rosa, SA-86-13, Pluma 7, Centenária, Santa Rita, Ozark Premier, Burbank, Reubennel, Irati, Polli Rosa e Harry Pickstone (STEINBERG, 1990;

EPAGRI, 2005), sendo os quatro últimos os mais cultivados no estado do Paraná (DOLINSKI, 2007).

A produção nacional de ameixas não é suficiente para atender o consumo interno. De acordo com Chagas et al. (2007), anualmente o Brasil importa cerca de 20 mil toneladas de ameixas, o que representa um terço de todo o consumo, esse montante é importado principalmente da Argentina (47%), Espanha (25%) e Chile (21%) (FAO, 2014).

Os desafios para alavancar a produção de ameixa, relacionam-se principalmente com a falta de cultivares com boa adaptação climática, necessidade de se reduzir o uso de agrotóxicos e insumos, ao manejo pré e pós-colheita, logística para atender aos diferentes mercados, controle de doenças e pragas e aos programas de melhoramento genético (FACHINELLO et al., 2011).

Existem vários fatores ligados à baixa qualidade dos frutos ofertados no mercado brasileiro, entre eles destaca-se o manuseio inadequado durante a colheita e as condições de armazenamento no período pós-colheita. Isso se deve principalmente porque a ameixa é altamente sensível ao manuseio e armazenamento, pois apresenta endocarpo lignificado, rodeado de polpa ou mesocarpo e epicarpo (casca) delgado (BRADY, 1993).

Ressalta-se que frutos de baixa qualidade após o armazenamento poderão apresentar dificuldades de comercialização, pois, competem diretamente com as ameixas importadas do Chile que são de melhor qualidade (STEFANNS et al., 2009). Logo, é de suma importância que os frutos, após o seu armazenamento, mantenham a qualidade, para que nas gondolas do supermercado continuem a manter o interesse do consumidor.

2.2. CARACTERÍSTICAS PÓS-COLHEITA DA AMEIXA

A ameixa é um fruto climatérico de rápida maturação, conseqüentemente, altamente perecível, apresenta curta vida útil pós-colheita e sérias limitações de manuseio e transporte. Entre as principais perdas na cadeia de comercialização dessa frutífera estão as que ocorrem após a colheita, decorrentes de danos mecânicos, do rápido amolecimento e infestações de micro-organismos nos frutos. Por esta razão, a colheita é realizada em um estágio pré-climatérico, com a finalidade dos frutos suportarem o processo de manuseio, armazenamento e transporte.

Os danos mecânicos estão entre os principais tipos de estresses durante o processo de colheita e manipulação pós-colheita dos frutos de ameixa. Tais danos provocam alterações fisiológicas e morfológicas nos frutos, que resultam desde a ruptura da parede celular até a perda da integridade do tecido, bem como alterações na concentração do etileno, poliaminas e ácido abscísico. Ressalta-se que algumas modificações que ocorrem naturalmente durante o amadurecimento dos frutos podem ser aceleradas pelos danos mecânicos (MARTINEZ-ROMERO et al., 2004).

Para minimizar o impacto desses danos várias técnicas vêm sendo desenvolvidas, Serrano et al. (2004) estudaram o emprego pós-colheita de cloreto de cálcio (CaCl_2) e imersão em água quente, durante 10 min a 45°C , de frutos de ameixa previamente danificados por uma força de 50 N e armazenados a 20°C . Os frutos apresentaram redução das respostas fisiológicas decorrentes dos danos mecânicos quando submetidos aos tratamentos, além de menor taxa de etileno e respiração. Entretanto, mesmo com o emprego dos tratamentos ocorreu maior acúmulo de espermidina e ácido abscísico na área onde foram efetuados os ferimentos.

Resultados semelhante foram obtidos no estudo de Pérez-Vicente et al. (2002), onde frutos da ameixa também foram submetidos a danos mecânicos com força de 50 N em 10°C e investigou-se a aplicação de putrescina durante o armazenamento pós-colheita. O emprego da putrescina inibiu a produção de etileno, retardou a taxa de produção de dióxido de carbono (CO_2) e aumentou a firmeza dos frutos, conseqüentemente, reduzindo os efeitos prejudiciais decorrentes dos danos mecânicos. Também foi verificado que a área onde se efetuou os ferimentos ocorreu acúmulo de putrescina e espermidina na parede celular dos frutos, os autores relatam que o acúmulo dessas substâncias podem ser responsáveis pela maior firmeza das ameixas submetidas ao tratamento. Tais autores levantam a possibilidade dos teores de espermidina serem utilizados como marcadores fisiológicos em estudos de danos mecânicos em ameixas.

Em outro estudo Martínez-Romero et al. (2003) verificaram o efeito do pré-resfriamento com posterior armazenamento refrigerado a 1°C de ameixas realizado antes e depois de efetuar danos mecânicos nos frutos. Tais autores constataram que o pré-resfriamento dos frutos após a colheita e antes da manipulação (transporte e manipulação em *packing-house*, durante o armazenamento ou transporte) aumenta a qualidade e prolonga a vida de prateleira dos mesmos, pois os frutos apresentaram redução da taxa de respiração, menor perda de peso, maior firmeza

e aumento do valor de croma, principalmente, nas ameixas que foram danificadas mecanicamente após efetuar esse procedimento.

A refrigeração de ameixas em temperatura na faixa de 0 a 5°C e 80 a 95% de umidade relativa (UR) é o método mais recomendado para estender a vida pós-colheita e manter a qualidade dos frutos (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 2003; CRISOSTO et al., 2008). As ameixas podem ser armazenadas durante o período de 1 a 8 semanas, dependendo da cultivar (CRISOSTO et al., 2004), podendo ter uma vida comercial de 2 a 6 semanas mesmo sob refrigeração (TAYLOR et al., 1993; ABDI et al., 1997). Ressalta-se que o armazenamento prolongado em baixas temperaturas, leva a distúrbios fisiológicos dos frutos, tais como a formação de gel, amadurecimento anormal e desenvolvimento de injúrias decorrentes do frio, como escurecimento interno e externo, degeneração da polpa, manchas vermelhas e redução do sabor, resultando, em perdas na aceitação pelo consumidor (CRISOSTO et al., 2004; PLICH 2006; CANDAN et al., 2008; GUERRA e CASQUERO, 2008; MANGANARIS et al., 2008; LARRIGAUDIÈRE et al., 2009).

Com intuito de minimizar as injúrias decorrentes do frio Crisosto e Garner (2008) estudaram o armazenamento e transporte dos frutos de várias cultivares de ameixa em temperaturas superiores a 7,5°C. Com o estudo, os autores verificaram resultados positivos sobre incidência de doenças nos frutos, entretanto, a maturação, senescência e amolecimento foram prejudicados. No estudo de Minas et al. (2013) ameixas tratadas com 1-metilciclopropeno (1-MCP) e armazenadas a 10°C não apresentaram redução da vida pós-colheita e qualidade, somado ao fato de não ocorrerem injúrias decorrentes do frio. Tal resultado aponta a metodologia como promissora no armazenamento dos frutos de ameixa, entretanto, os autores ressaltam a necessidade de realizar mais estudos para adequação do método.

Em geral, ameixas submetidas a 20° C perdem 8 N de firmeza de polpa por dia, enquanto, a perda é reduzida a 4 N por dia quando armazenados a temperaturas inferiores a 2° C (CRISOSTO e PARKER, 2003). Nesse mesmo estudo, os autores constataram que as ameixas atingem o ponto de consumo ideal, ou seja, firmeza de polpa de 17,9 e 8,9 N, depois de 2 a 3 dias em temperatura ambiente, sendo que essa faixa de firmeza é relatada como de maior satisfação dos consumidores ao ingerir os frutos.

Usenik et al. (2014) estudando indicadores de maturidade ameixa, relataram que o valor médio preferível pelo consumidores é, em torno, de 15 N de firmeza de polpa. Segundo esses

autores além da firmeza os consumidores levam em conta a coloração da casca, completamente colorida, bem como a cor da polpa que não deve ser verde.

A firmeza dos frutos de ameixa é sensível, além da temperatura, a taxa respiratória e a produção de etileno. Mitcham et al. (1996) estudando *P. salicina* verificaram uma taxa de variação média respiratória média de 1 a 1,5 e 4,2 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, a 0 e 10°C, respectivamente. Enquanto a produção média de etileno ficou entre 0,01 a 5 e 0,02 a 15 µl kg⁻¹ h⁻¹, a 0 e 5°C, respectivamente. Em estudos recentes de Larsen e Vangdal (2013) em *P. domestica* verificaram resultados similares na produção de etileno, na faixa de 0,2 a 4,1 e 0,3 a 4,8 µl kg⁻¹ h⁻¹, a 2 e 6°C, enquanto, a taxa respiratória apresentou valores ligeiramente superiores, variando de 4 a 7 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ em 6°C, segundo os autores esses são valores relativamente altos.

Além disso, outro fator intimamente ligado à conservação dos frutos de ameixa refere-se à tolerância máxima às concentrações de CO₂, onde as ameixas suportam uma concentração de até 5% (WANG e VESTRHEIM, 2003; TAHIR e OLSSON, 2010), sendo que teores mais elevados causam anomalias, como altos teores de etanol nos frutos, deterioração do sabor e escurecimento da polpa.

Altas concentrações de etileno promovem o amolecimento dos frutos, acelera sua deterioração e, conseqüentemente, reduz a vida pós-colheita. Estudos a respeito da remoção do etileno nas embalagens empregadas para frutos de ameixa são contraditórios. Palou et al. (2003) não verificaram aumento da vida útil das ameixas 'Fortune' efetuando-se redução da concentração ativa de etileno em câmara fria. Enquanto Sharma et al. (2012), por outro lado, estudaram frutos de ameixa nos estádios pré-climatérico e climatérico em embalagens com sachês impregnados de permanganato de potássio (KMnO₄), com o intuito de que esses hidrolisassem o etileno, constataram melhores condições de firmeza dos frutos, qualidade e longevidade em condições de 20±1°C e 90±2% de UR durante 15 dias, entretanto, os mesmos autores relatam a necessidade de aprofundar e esclarecer os efeitos dos absorvedores de etileno.

Aliado à refrigeração, a atmosfera controlada (AC) e atmosfera modificada (AM) vêm sendo amplamente empregadas em pós-colheita de frutos. A AC aplica-se a sistemas que efetuam constante monitoração e regulação das concentrações do gás oxigênio (O₂) e CO₂ na atmosfera dentro de câmaras ou contentores hermeticamente fechados. Os sistemas de monitoramento e controle medem e ajustam periodicamente as concentrações de O₂ e de CO₂ à medida que elas vão alterando devido à atividade metabólica dos frutos de ameixa ou mesmo atividade de micro-organismos. Na AM as ameixas são alocadas em filmes plásticos,

recipientes, contentores ou câmaras que apresentam uma determinada permeabilidade aos gases. A alteração da composição da atmosfera é determinada pela taxa de respiração e pela permeabilidade das barreiras (filmes) não sendo monitorada nem controlada enquanto os frutos se encontram no recipiente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para o emprego da AC e AM vem sendo amplamente estudadas diversas técnicas para serem utilizadas juntamente com o resfriamento, tais como NIRS (PÉREZ-MARÍN et al., 2010), radiação (HUSSAIN et al., 2013) e fumigação com óxido nítrico (SINGHA et al., 2009), bem como embalagens diferenciadas, como filmes plásticos, biofilmes comestíveis ou degradáveis biologicamente (LARSEN e VANGDAL, 2013).

Ressalta-se que a utilização de produtos químicos convencionais para retardar amadurecimento, senescência e ataque de microorganismos tem sido restringidos e eliminados no processo de pós-colheita, pois, tais produtos representam sérios riscos à saúde, bem como, impactos ambientais. Aplicações de produtos que não causam impacto ambiental encontram-se em evidência, sendo amplamente estudados em diversas instituições de pesquisa, com destaque para os análogos dos fitohormônios.

Na fruticultura, os fitohormônios que inibem a síntese ou a ação do etileno vêm sendo utilizados para retardar a maturação e preservar a qualidade dos frutos durante o armazenamento.

No caso de frutos de ameixa alguns fitohormônios foram estudados, Steffens et al. (2011) verificaram que o fornecimento pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG) e ácido giberélico (GA₃) afetaram a qualidade dos frutos após o armazenamento refrigerado. O AVG e o GA₃ proporcionaram maior firmeza da polpa e retardaram a produção de sólidos solúveis, como efeito isolado da aplicação de AVG a coloração da epiderme e incidência de podridões foi reduzida, enquanto o GA₃ causou maior acidez titulável dos frutos, como consequência, o período de armazenamento dos frutos foi maior.

Resultados dos estudos com fornecimento de 1-MCP vêm sendo amplamente utilizado, pois, o amadurecimento dos frutos de ameixa é regulado pela biossíntese endógena de etileno, e essa substância interfere diretamente em sua ação (MENNITI et al., 2004). O 1-MCP bloqueia o receptor de etileno, conseqüentemente, atrasa e reprime a produção desse gás, logo, ocorre a redução do conteúdo do ácido 1-amino ciclopropano (ACC) e da atividade de enzimas relacionadas à biossíntese do etileno na casca e polpa dos frutos, retardando assim a maturação. A ação do 1-MCP tem sido relatada para retardar o amolecimento e melhorar a qualidade pós-

colheita de vários frutos climatéricos de caroço, como pêsegos, nectarinas (FAN et al., 2002; LIGUORI et al., 2004) e damascos (DONG et al., 2002), incluindo cultivares de ameixa (MARTINEZ-ROMERO et al., 2003; SKOG et al., 2003; VALERO et al., 2003; MENNITI et al., 2004; KHAN e SINGH, 2007).

Luo et al. (2011) testaram o fornecimento de ácido salicílico com o intuito de reduzir os danos causados por frio no armazenamento refrigerado dos frutos de ameixa. A utilização deste fitohormônio vegetal apresentou resultados positivos, como o atraso do pico de respiração, a inibição da respiração e da produção de etileno nos frutos, decorrentes do atraso na atividade das enzimas polifenol oxidase (PPO), peroxidase (POD) e poliaminas (PA). Também foi constatada menor incidência de doenças fúngicas em decorrência da aplicação do fitohormônio.

Frutos de pêsego foram submetidos à aplicação de GA₃ e estudada a sua expressão gênica. A aplicação do GA₃ não afetou o amadurecimento dos frutos, entretanto, os que receberam a aplicação do regulador vegetal, apresentaram menos genes associados com proteínas de degradação da parede celular, biossíntese de etileno e choque térmico (PEGORARO et al., 2010). Ressalta-se que, no mesmo trabalho, os autores afirmaram que o fornecimento de GA₃ também proporcionou aumento no período climatérico e impediu a ocorrência de injúrias nos frutos decorrentes do armazenamento em AC.

2.3. DOENÇAS PÓS-COLHEITA DA AMEIXEIRA

As doenças geralmente relatadas na pós-colheita da ameixeira são as ferrugens relacionadas à ocorrência de *Transchelia discolor* e *T. pruni-spinosae*, as podridões ocasionadas pelos patógenos *Rhizopus stolonifer*, *Monilinia fructicola*, *Mucor piriformis*, *Penicillium expansum* e *Geotrichum candidum*, além de algumas espécies de *Aspergillus* que podem causar micotoxinas (MARTINS et al., 2005).

Entretanto, ressalta-se que a podridão parda, causada pelo fungo *M. fructicola* e a podridão mole, causada pelo fungo *R. stolonifer* configuram como as principais e mais recorrentes doenças pós-colheita de frutos de ameixa (MARTINS et al., 2005).

2.3.1. *Monilinia fructicola* agente causal da podridão-parda

A podridão-parda é uma das mais importantes doenças de ocorrência das espécies de *Prunus*, tanto em plantios comerciais quanto pós-colheita em todas as regiões produtoras do mundo. A doença é causada pelo fungo do gênero *Monilinia*, com destaque para três espécies: *M. fructicola*, *M. laxa* e *M. frutigena* (MAY DE MIO et al., 2004). No Brasil, a principal espécie de ocorrência é *M. fructicola*, entretanto, recentemente foram verificados os primeiros relatos da *M. laxa* em pomares nacionais (SOUZA et al., 2009).

O fungo *M. fructicola* pertence à classe Ascomiceto, ordem Leotiales, tendo como características, a formação de esporos sexuais denominados ascóporos, estruturas de resistência denominadas escleródios e corpos de frutificação do tipo apotécio, em sua fase perfeita. A fase reprodutiva assexuada forma conídios limoniformes e elípticos, produzidos em cadeia. No Brasil apenas a infecção proveniente da reprodução assexuada mantém o inóculo no campo, pois a ocorrência da fase perfeita é incomum. A penetração pode ocorrer nos órgãos florais e frutos. Conídios formados em capulhos florais e ramos são disseminados por vento, água e insetos, atingindo os frutos, nos quais podem penetrar diretamente pela cutícula ou por pequenos ferimentos. A colonização do fruto maduro é rápida, formando micélio inter e intracelular (MARTINS et al., 2005).

Epidemias de *M. fructicola* são favorecidas pela alta umidade do ar, precipitação e temperaturas elevadas, bem como pela incidência de ventos fortes. Os danos podem ocorrer durante todo o ciclo, sendo mais susceptível na floração e pré-colheita das ameixas (LUO e MICHAILIDES, 2003).

A doença ocasiona danos em flores, ramos e frutos em pré e pós-colheita (MAY DE MIO et al., 2004). Vários sintomas da doença são observados na parte aérea das plantas hospedeiras, os quais incluem lesões em flores, cancos nos ramos e podridões nos frutos. Os primeiros sintomas são o pardeamento e morte das flores, ficando aderentes ao pedúnculo por tempo indeterminado. Nos ramos e nos galhos ocorrem lesões e cancos. Nos frutos, os sintomas começam com pequenas manchas circulares e pardas, que somem rapidamente, com surgimento de uma ampla zona mole e parda. Em poucos dias, o fruto torna-se completamente infectado, ficando recoberto por uma massa cinza, pulverulenta de esporos assexuais denominados conídios. Os conídios aparecem rapidamente na superfície do fruto projetando-se

ao ar e, os frutos deixados na árvore se desidratam e mumificam (WAGNER JÚNIOR et al., 2005a; 2005b).

Práticas culturais como a poda, ampliam a aeração e iluminação dentro da copa, bem como a remoção de ramos, flores e frutos doentes, são técnicas amplamente empregadas com intuito de diminuir a viabilidade do inóculo e a incidência da doença. O controle biológico vem sendo estudado, isso porque o seu uso no controle de doenças é ainda muito incipiente, assim, o controle químico na pré-colheita ainda é a técnica mais empregada (MAY DE MIO et al., 2004).

Nas últimas décadas, no processo de pós-colheita a utilização de fungicidas benzimidazóis, como benomil, tiofanato metílico e fungicidas inibidores da demetilação de esteróis (DMIs) vêm sendo a principal estratégia adotada no controle da doença (HOU et al., 2010). Entretanto, métodos de controle alternativos e que reduzam o uso de fungicidas são cada vez mais numerosos (MARI et al., 2003; TRIPATHI e DUBEY, 2004).

Vários produtos e técnicas têm sido amplamente testados, como AC e/ou AM (NAVA e BRACKMANN, 2002), tratamento com água quente (KARABULUT et al., 2002), com radiação (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2004; SHAMA, 2007), uso de gás ozônio (PALOU et al., 2002), fumigação (LIU et al., 2002; HOLB e SCHNABEL, 2008) e revestimento dos frutos com ceras comerciais (KARACA et al., 2014). Estes métodos têm mostrado resultados promissores no controle da *M. fructicola* na pós-colheita.

O controle biológico também é considerado uma opção no tratamento da podridão-parda, em estudo recente Janisiewicz et al. (2013) caracterizaram a microflora bacteriana residente em frutos de ameixa após colheita e constataram que, dentre as espécies identificadas, a *Pantonea agglomerans* e *Citrobacter freundii* foram efetivas no controle da *M. fructicola* e apresentam grande potencial como agentes de biocontrole.

Estudos com outros frutos de caroço de clima temperado evidenciam uma vasta gama de micro-organismos que podem ser empregados no biocontrole da *M. fructicola*, como *Muscodor albus* (MERCIER e JIMENEZ, 2004), *Pseudozyma fusiformata*, *Metschnikowia* sp. e *Aureobasidium pullulans* (ZHANG et al., 2010), *Bacillus subtilis* (YANEZ-MENDIZABAL et al., 2011) e *Aureobasidium pullulans* (MARI et al., 2012).

2.4. ALGAS MARINHAS

As algas pertencem ao reino Plantae são organismos autótrofos fotossintetizantes que podem ser unicelulares ou pluricelulares. Distinguem-se das plantas por possuírem tecidos bem diferenciados, como ausência de folhas, raízes ou tecidos vasculares. A maioria das espécies é aquática, mas existem algumas que, associadas a fungos, formam líquens, podendo viver em ambientes secos. O grupo das algas é classificado tomando por base características como a composição da parede celular, tipo de substâncias de reserva e principalmente o tipo de pigmento (clorofíceas conhecidas como algas verdes, rodofíceas ou algas vermelhas e as feofíceas também denominadas de algas pardas ou marrons) (HOECK et al., 1995).

Ressalta-se que existem outros organismos que são conhecidos como algas, porém, pertencem a reinos distintos. As algas azuis ou cianobactérias são unicelulares e procariontes e pertencem ao reino Monera. Outras algas, como as diatomáceas, dinoflagelados e euglenas, são unicelulares e eucariontes e fazem parte do reino Protista (WHITTAKER e MARGULIS, 1978).

As algas pardas ou marrons são exclusivamente marinhas, com exceção de três gêneros raros de água doce, e predominam nos mares das regiões temperadas frias e polares (RAVEN et al., 2007). Essas algas são utilizadas para diversas finalidades, desde segmentos alimentícios, farmacêuticos, cosméticos, da indústria tintureira e empregada em sistemas de produção agrícola (CABRAL et al., 2011). No caso da agricultura as algas marinhas são utilizadas como fertilizantes desde o século XIV, principalmente em áreas agrícolas próximas do mar.

No Brasil, o cultivo de algas foi iniciado na região Nordeste em 1998 com o objetivo de substituir as importações de materiais derivados como o agár-agár, usado em meios de cultura para microbiologia e carragena e empregado nas indústrias de alimentos. A produção pode ser realizada de maneira extrativista ou efetuando seu cultivo, logo, ressalta-se que o Brasil, por apresentar uma vasta costa litorânea, apresenta grande potencial para seu cultivo principalmente no litoral Sul do país (TEIXEIRA, 2014).

A utilização de extratos de algas na agricultura tem crescido, principalmente por ser uma alternativa ao uso de fertilizantes no sistema agrícola e por reduzir o impacto ambiental (NORRIE e HILTZ, 1999; KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011). Uma parcela considerável dos produtos derivados dos mais de 15 milhões de toneladas métricas de algas marinhas

colhidas anualmente é utilizada como bioestimulante na agricultura, sendo comercializados mundialmente cerca de 25 produtos até o momento (FAO, 2014).

No Brasil, não existem levantamentos oficiais do número de produtos comercializados, entretanto, o uso dos extratos de algas na agricultura nacional já é regulamentado pelo Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004 (MAPA, 2004), condito como agente complexante em formulações de fertilizantes para aplicação foliar e em fertirrigação.

Esse avanço deve-se aos compostos bióticos existentes nos extratos de algas que melhoram o desempenho das plantas e sua tolerância a estresses abióticos e bióticos durante seu cultivo. Acredita-se que múltiplos processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos estão envolvidos nas respostas das plantas e que os efeitos observados a partir de aplicações dos extratos podem ser diretos ou indiretos, entretanto, ainda não estão bem elucidados (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011).

Entre as espécies de algas que estão sendo utilizadas, duas são as mais pesquisadas, sendo elas *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, que possuem grande potencial bioestimulantes, estudadas principalmente por conterem fitohormônios em sua constituição.

2.4.1. Aspectos gerais da alga marinha *Ascophyllum nodosum*

A macroalga *Ascophyllum nodosum* destaca-se dentre as espécies de algas marinhas comumente empregadas na produção agrícola. Esta alga tem sido muito estudada por suas propriedades que possibilitam desde maior desenvolvimento das plantas ao uso na alimentação humana e animal (KHAN et al., 2009; GUPTA e ABU-GHANNAM, 2011).

Essa alga se enquadra na classe das algas marrons e é encontrada principalmente nos mares árticos e nas costas rochosas do oceano Atlântico no Canadá e no Norte da Europa (UGARTE et al., 2006).

Os bioestimulantes derivados do extrato de *A. nodosum* são constituídos por vários fitohormônios, principalmente auxinas e citocininas, apresentando concentrações variadas (DURAND et al., 2003; RAYORATH et al., 2008a; ZHANG e ERVIN, 2004; 2008), bem como betainas (MACKINNON et al., 2010), giberelinas, ácido abscísico, ácido jasmônico, poliaminas e alginatos (TARAKHOVSKAY et al., 2007), além de compostos orgânicos e inorgânicos, como nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, carboidratos e aminoácidos (RIOUX et al., 2007; KHAN et al., 2009).

Em estudo de Rayorath et al. (2008b) o fornecimento do extrato de *A. nodosum* melhorou o crescimento das plantas de *Arabidopsis*. Acréscimos da produtividade e qualidade do pimentão (*Capsicum annuum*) (ARTHUR et al., 2003) e uva (*Vitis vinifera*) (COLAPIETRA e ALEXANDER, 2006; NORRIE e KEATHLEY, 2006) também foram verificados com o fornecimento do extrato de *A. nodosum*. No experimento conduzido por Chouliaras et al. (2009) juntamente com o fornecimento de nitrogênio (N) e boro (B), o extrato de *A. nodosum* possibilitou aumento do tamanho e qualidade dos frutos de azeitona (*Olea europea*).

Outro efeito proporcionado pela aplicação de *A. nodosum* é a maior germinação e vigor das sementes. Em estudo de Rayorath et al. (2008a) sementes de cevada (*Hordeum vulgare*) supridas com o extrato apresentaram aumento da atividade da enzima amilase, responsável pela utilização da energia armazenada no endosperma amilífero, por consequência potencializando o poder germinativo das mesmas.

O extrato dessa alga também proporcionou aumento da tolerância das plantas a estresses abióticos e bióticos. Plantas de pepino (*Cucumis sativus*) tratadas com *A. nodosum* apresentaram menor incidência das doenças causadas por *Didymella applanata*, *Fusarium oxysporum* e *Botrytis cinerea*, além de possibilitar o aumento das enzimas quitinase (EC 3.2.1.14), peroxidase (EC 1.11.1, POD), polifenol oxidase (EC 1.14.18.1, PFO) e lipoxigenase (EC 1.13.11, IPR), as quais estão diretamente relacionadas à defesa das plantas (JAYARAMAN et al., 2011). Em plantas de *Arabidopsis thaliana*, o efeito do fornecimento de *A. nodosum* foi observado no controle de *Pseudomonas syringae* e *Sclerotinia sclerotiorum*, sendo relacionado à indução da produção do ácido jasmônico proporcionado pelo extrato (SUBRAMANIAN et al., 2011). Em videira (*Vitis vinifera*), o conteúdo foliar dos macronutrientes aumentou com o fornecimento dessa alga, proporcionando maior crescimento e aumento da tolerância ao estresse hídrico (MANCUSO et al., 2006). Corroborando com o experimento de Zhang e Ervin (2004) que também verificaram maior tolerância à seca em função da aplicação de *A. nodosum* em plantas de *Agrostis palustris*. Enquanto em plantas de *Arabidopsis thaliana* o extrato possibilitou maior tolerância ao frio (RAYIRATH et al., 2009).

Pesquisas sobre a utilização de extratos de algas no processo pós-colheita estão em fase incipiente. Em estudo recente, Fan et al. (2014) efetuaram a aplicação pré-colheita de *A. nodosum* em espinafre (*Spinacia oleracea*) e avaliaram os efeitos no processo de armazenamento. Os resultados demonstraram que a concentração de aproximadamente 1,0 g L⁻¹ proporcionou maior qualidade pós-colheita das folhas de espinafre, pois reduziu a perda de

massa fresca, melhorou a qualidade visual e turgor durante o período de armazenamento, bem como reduziu a atividade da peroxidase lipídica nas folhas que apresentavam danos mecânicos, sugerindo assim menor estresse oxidativo nas folhas quando efetuado a aplicação de *A. nodosum*.

Acredita-se que o emprego de extratos de algas na pós-colheita de frutos e hortaliças possa apresentar grande potencial de utilização, entretanto, precisam de mais estudos para comprovar e adequar o emprego dos extratos.

2.4.2. Aspectos gerais da alga marinha *Ecklonia maxima*

Outra espécie de alga, cujo extrato também vem sendo empregado no manejo agrícola é a *Ecklonia maxima*. Essa alga também se enquadra na classe das algas marrons e é encontrada em mares das regiões temperadas da Europa, América do Norte, Ásia e principalmente na região costeira da África do Sul (TROELL et al., 2006).

A *E. maxima* apresenta composição semelhante ao descrito para *A. nodosum*, sendo fonte de nutrientes e de fitohormônios, como citocininas e auxinas (STIRK et al., 2004) e, recentemente, compostos como poliaminas, putrescina e espermina também foram identificados nessa espécie de alga (PAPENFUS et al., 2012). Estudo de Crouch et al. (1992) constatou que as principais auxinas encontradas nessa espécie de extrato são ácido indolil-3-acético, ácido indolil-3-pirúvico, acetilglicina-3-indolil, ácido indolil-propionico e ácido indolil-lático. Em estudo anterior Crouch e Van Staden (1991) verificaram que a aplicação de uma solução de 10% de *E. maxima* (Osbeck) proporcionou melhoria no enraizamento de plantas de feijão (*Vigna mungo*) e outras espécies vegetais ornamentais, atribuindo esses resultados principalmente a ação das auxinas.

A maioria dos estudos, até o presente momento, relata que o extrato de *E. maxima* proporciona melhor crescimento das plantas principalmente em condições de estresse abiótico, sobretudo em condições de deficiência nutricional (BECKETT e VAN STADEN, 1990b). Extrato preparado à base de *E. maxima* proporcionou maior rendimento dos grãos de feijão (*Phaseolus acutifolius*), bem como aumentou a concentração de N nos grãos (BECKETT et al., 1994b). Quando aplicado na raiz e pulverizado via foliar em plantas pepino (*Cucumis sativus*) o extrato de *E. maxima* proporcionou acréscimo da massa seca da parte aérea e sistema radicular (NELSON e VAN STADEN, 1984). Em plantas de trigo (*Triticum aestivum*) cultivadas com

restrição de potássio (K) quando submetidas à aplicação do extrato, o número e peso de grãos são potencializados, evidenciando, que sob deficiência nutricional o fornecimento de *E. maxima* proporciona resposta mais efetivas nas plantas (BECKETT e VAN STADEN, 1989; 1990b).

Esse comportamento é justificado pelos autores principalmente devido à presença de reguladores de crescimento na composição do extrato de *E. maxima*, com destaque para as poliaminas. Estudo recente de Papenfus et al. (2013) verificaram o efeito de poliaminas e do extrato de algas marinhas comercial Kelpak[®], preparado com *E. maxima*, em mudas de quiabo (*Abelmoschus esculentus*) com deficiência nutricional de N, fósforo (P) e K. O fornecimento do produto Kelpak[®] proporcionou maior vigor e melhor crescimento das plântulas, especialmente na deficiência de N. Segundo os autores tal comportamento se justifica pela presença de poliaminas na composição do produto que age em sinergia com os demais fitohormônios, com destaque para as auxinas.

Assim como relatado para *A. nodosum* a *E. maxima* apresenta potencial para utilização no processo de pós-colheita, entretanto, para ambas as espécies das algas marrom os estudos ainda são incipientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi constituído de dois experimentos contendo concentrações de dois produtos comerciais à base de extratos de algas das espécies *A. nodosum* e *E. maxima*. O primeiro experimento foi destinado a avaliar o efeito dos extratos de algas na pós-colheita de frutos de ameixas ‘Irati’ e ‘Reubennel’, enquanto o segundo teve como intuito verificar principalmente a influência dos extratos no controle da doença *M. Fructicola* nas ameixas ‘Reubennel’.

3.1. EXPERIMENTO 1: APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS ‘IRATI’ E ‘REUBENNEL’

3.1.1. Características básicas

O experimento foi realizado no Laboratório de Fruticultura e Pós-colheita e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava-PR, nos anos 2012 e 2013.

As ameixas das cultivares ‘Irati’ e ‘Reubennel’ foram provenientes de pomar comercial do município de Arapoti-PR, Propriedade Campos Floridos, coordenadas geográficas 24° 07’ 20’’ S e 49° 46’ 51’’ O, com altitude de 850 m. O clima da região é classificado como Cfa, conforme a classificação de Koppén, sendo o solo classificado como latossolo vermelho distrófico típico, de classe textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). O pomar da cultivar ‘Irati’ foi implantado há seis anos, e o da cultivar ‘Reubennel’ a quatro anos, ambas com o porta-enxerto A-9, em espaçamento 5,0 x 2,5 m, com condução no sistema de vaso.

3.1.2. Material experimental

Foram avaliados dois produtos comerciais à base de extrato de algas na pós-colheita dos frutos de ambas as cultivares de ameixa. Os produtos são caracterizados a seguir:

1. Algamare®: fertilizante organomineral comercializado pela empresa Microquímica (Campinas-SP), na forma de suspensão homogênea para aplicação foliar, contendo como principal componente K (Tabela 1). O Algamare® é obtido por meio de hidrólise alcalina de extrato de algas da espécie *A. nodosum*. De acordo com o fabricante, esse produto é registrado como fertilizante, sendo recomendado para as culturas da batata (*Solanum tuberosum*), arroz

(*Oryza sativa*), feijão (*Faseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), café (*Coffea* spp.), tomate (*Solanum lycopersicum*), morango (*Fragaria x ananassa*), citros (*Citrus simensis*) e videira (*Vitis vinifera*) (MICROQUÍMICA, 2014).

2. Booster[®]: fertilizante líquido comercializado pela empresa Agrichem (Ribeirão Preto-SP), formulado recomendado para promover o desenvolvimento das plantas, principalmente quando estão sujeitas a condições de estresse abiótico. Esse fertilizante é indicado para diversas culturas, dentre elas batata, morango e soja, também pode ser empregado no tratamento de sementes. O extrato da alga *E.maxima* configura como um dos principais componentes desse fertilizante. Ressalta-se que o fabricante não disponibiliza a descrição detalhada do produto (Tabela 1) (AGRICHEM, 2014).

Tabela 1: Constituição do fertilizante organomineral Algamare[®] e Booster[®].

Constituintes	Quantidade (mL L ⁻¹)
Algamare ^{®*}	
Potássio ⁽¹⁾	53
Carbono orgânico total ⁽²⁾	70
Extrato de alga <i>Ascophyllum nodosum</i> ⁽³⁾	290
Ácido cítrico	13
Índice salino	20
Nutrientes solúveis em água ⁽³⁾	-
Booster ^{®**}	
Zinco ⁽³⁾	-
Molibdênio	20
Extrato da alga <i>Ecklonia maxima</i>	259

⁽¹⁾61,7 g L⁻¹ de K₂O; ⁽²⁾81,2 g L⁻¹ de carbono orgânico total; ⁽³⁾Quantidade não especificada pelo fabricante, adquirida por contato direto; Densidade do produto de 1,16 a temperatura de 20°C.

FONTE: *MICROQUÍMICA (2014); **AGRICHEM (2014).

3.1.3. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido utilizando os produtos comerciais à base dos extratos das algas marinhas, das espécies *A. nodosum* e *E. maxima*, sendo que os tratamentos consistiram das concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L⁻¹ dos produtos comerciais em ambas as cultivares.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições e cada parcela foi constituída de cinco frutos, totalizando 25 frutos por unidade experimental. As variáveis foram analisadas aos 15 e 30 dias após armazenamento para as cultivares ‘Irati’ e ‘Reubennel’, respectivamente.

3.1.4. Desenvolvimento experimental e manejo

Os frutos de ameixa ‘Irati’ foram colhidos no dia 27 de novembro de 2012 e as ameixas ‘Reubennel’ no dia primeiro de dezembro de 2012. Para as duas cultivares os frutos foram transportados dois dias após a colheita para o Laboratório de Fruticultura e Pós-Colheita da UNICENTRO, em Guarapuava-PR, localizado a 291 km do pomar comercial. Os frutos de ambas as cultivares foram coletados no estágio de maturação fisiológica, a cultivar ‘Reubennel’ apresentava coloração da casca em torno de 70% vermelha e a ‘Irati’ de 80%. Após o transporte, os frutos foram selecionados, eliminando frutos anormais e/ou com incidência de pragas e doenças. Em seguida, realizou-se a desinfecção dos frutos em hipoclorito de sódio (NaClO) 0,1% por 60 min e álcool 70% por 30 min, com posterior enxágue em água destilada (ALFENAS e MAFRA, 2007), sendo alocados sobre a bancada em temperatura ambiente até sua completa secagem.

Posteriormente, os frutos foram acondicionados em redes de nylon, mergulhados por 1 min em soluções contendo as concentrações dos extratos, secos ao ar e acondicionados em câmara fria durante 15 dias para a cultivar ‘Irati’ e 30 dias para ‘Reubennel’, em seguida foram mantidos mais dois dias em condições ambiente. As condições de armazenamento em câmara fria durante o decorrer do experimento foi de $0^{\circ}\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e 90% UR $\pm 5\%$.

3.1.5. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram: perda de massa, coloração de casca, firmeza de polpa, sólidos solúveis (%), pH, acidez titulável (AT), teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos, carotenóides e atividade das enzimas poligalacturonase (EC 3.2.1.15, PG) e pectinametilesterase (EC 3.1.1.11, PME) presentes nas ameixas ‘Irati’ e ‘Reubennel’. A análise do teor de antocianinas foi realizada apenas nos frutos da cultivar ‘Irati’, enquanto, o teor de carotenóides apenas para ‘Reubennel’. A seguir são detalhadas as metodologias adotadas para avaliação dessas variáveis.

1. Perda de massa: inicialmente, os frutos foram pesados em balança semi-analítica (Bel Equipamentos Analíticos LTDA), sendo os resultados expressos em gramas (g). A perda de massa no decorrer do experimento foi expressa em porcentagem em relação ao peso inicial da amostra não destrutiva de ambos os experimentos, sendo esses pesados semanalmente.

2. Coloração da casca: foi realizada com um colorímetro Minolta CR 400, foram efetuadas três leituras em diferentes extremidades do fruto. Os dados de coloração são fornecidos no padrão L^* , a^* e b^* , onde L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ - preto e $L^* = 100$ - branco), a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul) (MINOLTA, 1994).

3. Firmeza de polpa: foi determinada com o auxílio de um penetrômetro digital (FR-5120 Lutron) empregando-se a ponteira de 6 mm, medindo-se dois pontos opostos na região equatorial dos frutos após a retirada do epicarpo, sendo os resultados expressos em Newton (N).

4. Sólidos solúveis (%): utilizou-se de refratômetro digital automático de compensação de temperatura (Atago - Pocket refractometer Pal1), sendo os dados expressos em porcentagem.

5. Acidez titulável (AT) e pH: o pH foi medido com auxílio de um peagâmetro (Marconi, MA 522). A AT foi determinada com a utilização de 10 g da amostra da polpa do fruto diluída em 40 mL de água destilada, essa solução foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N. O ponto de viragem foi determinado quando o pH atingia o valor de 8,1. Os dados foram expressos em miligramas (mg) de ácido cítrico por 100 g.

6. Teor de ácido ascórbico: foi realizada pelo método titulométrico, que consiste na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. O DCFI em meio básico ou neutro apresenta coloração azul, em meio ácido é rosado e na forma reduzida incolor. O ponto final da titulação é detectado pela alteração da coloração da solução incolor para rosada, quando a primeira gota de solução do DCFI é introduzida no sistema, e todo ácido ascórbico já foi consumido. Os dados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL da amostra da polpa do fruto (AOAC, 1997).

7. Compostos fenólicos totais: foi realizado segundo método de Follin-Ciocalteu, de acordo com Bucic-Kojic et al. (2007). Uma amostra de 5 g da polpa das ameixas foi homogeneizada com 50 mL de etanol a 50%, em um liquidificador por 2 min. Em seguida, a solução foi centrifugada durante 5 min, uma alíquota de 0,2 mL foi retirada do sobrenadante e alocada em tubo de ensaio, envolto por papel alumínio. Em seguida, adicionou-se 1,8 mL de água destilada, 10 mL de solução de Follin-Ciocalteu a 10% e, entre 30 s a 8 min, adicionou-se 8 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 7,5%, nessa ordem. Os tubos contendo a solução foram agitados e permaneceram no escuro durante 2 h. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS modelo Spectrum Sp 2000 UV a 765 nm, usando como branco todos os reagentes sem a alíquota da amostra centrifugada, sendo adicionados 1,8 mL de água

destilada. O ácido gálico (GAE) foi utilizado como padrão, estabelecendo-se uma curva previa nas concentrações de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2 mg L⁻¹.

8. Teor de carotenóides: o procedimento baseou-se na pesagem de 5 g da polpa das ameixas, acrescidas de 45 mL de acetona 80%. A mistura foi filtrada em ambiente sem iluminação. A leitura do sobrenadante foi feita em espectrofotômetro, a 663 nm para clorofila a, 646 nm para clorofila b e 470 nm para carotenóides. O cálculo, para obtenção da concentração dos pigmentos foi realizado de acordo com as equações de Lichtenthaler (1987), citado por Ramalho (2005).

9. Teor de antocianinas: A extração foi realizada segundo adequação da metodologia de Lees e Francis (1972). Com o objetivo de homogenizar a amostra, 50 g da polpa dos frutos foi triturada em liquidificador durante 2 min juntamente com 50 mL da solução-extratora (etanol 70%, acidificado a pH 2 com HCl 0,1N). Em seguida, o volume foi completado para 200 mL, a embalagem foi coberta com parafilme e armazenado a 4°C durante 12 h. Decorrido esse tempo, a amostra foi filtrada em funil de Büchner, com auxílio de uma bomba de vácuo, uma alíquota de 125 mL foi retirada e completou-se com o solvente na proporção 1:1. Retirou-se 2 mL dessa solução e o volume foi completado para 100 mL em balão volumétrico. Após 2 h de repouso com ausência de luz realizou-se leitura em espectrofotômetro a 535 nm, usando como branco a solução extratora.

10. Pectinametilesterase (PME): o extrato bruto da enzima foi preparado de acordo com a metodologia descrita por Pressey e Avants (1982) e Jen e Robinson (1984). Pesou-se aproximadamente 4 g da polpa das ameixas, já trituradas em mixer, adicionou-se 8 mL de cloreto de sódio (NaCl) 0,2N. O extrato foi colocado no freezer (-18°C) até o momento da quantificação. A atividade da enzima PME foi medida usando-se uma modificação do método de Rouse e Atikins (1955), citado por Jen e Robinson (1984), onde uma unidade de atividade PME é definida como a quantidade da mesma capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de um nmol de NaOH 0,001 N por 10 min.

Para quantificação adicionou-se 30 g da solução reação (1 g mL⁻¹ de pectina cítrica adicionado em 100 mL de NaCl 0,2N) em 4 mL do extrato enzimático, essa solução foi calibrada ao pH 7,0 com auxílio das soluções de NaOH 1N e ácido acético, com o intuito de aumentar e diminuir o pH, respectivamente. Ressalta-se que a atividade da PME altera o valor de pH da solução, sendo que com maior atividade enzimática a solução apresenta redução do pH. Portanto, quando a solução apresentava valor de pH 7,0 foi efetuada a titulação com uma

solução de NaOH 0,001N durante 10 min. Sendo os dados expressos em nmol NaOH mL mon⁻¹. A atividade enzimática foi quantificada em duplicata para maior credibilidade dos dados.

11. Poligalacturonase (PG): o extrato enzimático foi produzido adicionando 5 mL de água, 5 mL de NaCl 1M (ambos a 4°C) e 5 g da polpa do fruto, ajustando o pH a 6,0 com auxílio de uma solução de NaOH 1N. A amostra foi centrifugada por 10 min (6.000 RPM) a 4°C, o sobrenadante foi alocado em freezer (-18°C) até o momento da determinação da atividade da enzima.

A determinação da atividade da PG foi realizada pela incubação de 1000 µL do extrato enzimático em 3 mL de pectina cítrica 1% (diluída em tampão de acetato de sódio 0,05M pH 5,0) e 1 mL da solução tampão de acetato de sódio 0,05M pH 5,0, em seguida, a amostra foi mantida por 2 h em banho-maria a 30°C. Primeiramente se adicionou a pectina e a solução tampão em banho-maria, 5 min antes de depositar o extrato para aclimatização da solução. Após acrescentar o extrato nos tubos do banho-maria, retirou-se imediatamente uma alíquota de 1 mL dessa solução (pectina, tampão e extrato) e adicionou-se esse a 1 mL do reagente ácido dinilnitrosalicílico (DNS) (a solução DNS foi preparada a partir da mistura das soluções A e B em 100 mL de água deionizada. A solução A foi preparada com 1 g de ácido dinitrosalicílico diluído em 30 mL de água destilada a 30°C. A solução B consistiu de 30 g de tartarato de potássio diluídos em 20 mL de NaOH 2N a 40°C. Após o preparo a DNS foi armazenado em vidro âmbar, caracterizando-se como tempo 0, ou seja, sem atividade da PG, sendo esse tempo usado para zerar o espectro para cada amostra incubada correspondente. Os tubos contendo o tempo 0 ficaram alocados em ambiente escuro durante as 2 h destinadas a incubação das amostras em banho maria.

Após o período de incubação, retirou-se uma alíquota de 1 mL da amostra de trabalho que foi adicionado a 1 mL de DNS em eppendorfs de 2,0 mL e centrifugada por 10 min (25°C a 6.000 rpm). Em seguida, a solução foi colocada em tubos de ensaio e aquecidos em banho-maria por 5 min a 30°C, correspondendo ao tempo 0. Em seguida, as amostras foram refrigeradas em banho-maria com água a temperatura ambiente (25°C) e acrescidas de 10 mL de água destilada. A determinação de açúcares redutores foi realizada de acordo com metodologia descrita em Miller (1959), utilizando-se o ácido galacturônico como padrão, sendo a leitura realizada em espectrofotômetro a 540 nm.

A atividade da enzima foi determinada pela quantidade de ácido poligalacturônico produzido, o qual foi comparado com os valores obtidos em uma reta padrão, preparada

previamente com o mesmo ácido. A atividade da PG foi quantificada em duplicata, dados expressos em U mL⁻¹.

3.1.6. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram ajustados por modelos de regressão polinomial ($p < 0,05$) em função das concentrações. O software utilizado para a análise estatística foi o SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

3.2. EXPERIMENTO 2: EXTRATO DE ALGAS NO CONTROLE DE *Monilinia fructicola* AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO-PARDA

3.2.1. Teste *in vitro*

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Guarapuava-PR.

Foi utilizando o patógeno *M. fructicola* pertencente à coleção de cultura pura monospórica de fungos do próprio laboratório para realização do teste *in vitro*. Os dois produtos comerciais a base de extratos de algas, anteriormente descritos no Experimento 1, foram avaliados.

Os tratamentos do experimento *in vitro* consistiram nas concentrações de 0 (testemunha); 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L⁻¹ dos produtos comerciais (Algamare[®] e Booster[®]) a base dos extratos de algas *A. nodosum* e *E. maxima* adicionados ao meio de cultura contendo o patógeno *M. fructicola*. Além das concentrações, foi realizado tratamento padrão com Iprodione (150 mL de p.c. 100 L⁻¹ de água do produto comercial Rovral[®]).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e cinco repetições, com parcela experimental constituída por uma placa de Petri.

O experimento foi conduzido em janeiro de 2014 em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) previamente esterilizado em autoclave por 15 min, a 121°C e pressão de 1 atm. Os meios foram vertidos em placas de Petri e, posteriormente, discos de 5 mm de diâmetro contendo *M. fructicola* foram adicionados ao centro da placa que já continham os tratamentos.

As placas foram mantidas em câmara de crescimento (BOD) no escuro a 25°C durante o período de 12 dias.

Foram avaliados o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), esporulação e teste de germinação do fungo *M. fructicola*. A seguir são detalhadas as metodologias adotadas para avaliação dessas variáveis.

1. IVCM: diariamente foram realizadas medições do diâmetro (cm) da colônia, com auxílio de paquímetro digital, sendo as placas marcadas externamente em sentido perpendicular, com finalidade de mensurar o crescimento radial da colônia em dois eixos ortogonais, calculando-se os valores médios por placa. A partir das avaliações do crescimento micelial se estimou o IVCM obtido pela fórmula de Maguire (1962) adaptada por Oliveira (1992):

$$\text{IVCM} = \frac{\sum (D - D_a)}{N}$$

IVCM = Índice de velocidade de crescimento micelial;

D = Diâmetro médio atual;

D_a = Diâmetro médio do dia anterior;

N = Número de dias após a inoculação.

O crescimento foi avaliado até o momento em que a testemunha tomou completamente as dimensões da placa (9 mm), ou seja nove dias após o início do experimento.

2. Esporulação: após o último dia de avaliação do IVCM quantificou-se a produção de esporos de *M. fructicola* nos tratamentos, adicionando-se 10 mL de água destilada e autoclavada nas placas de Petri. Para a liberação dos esporos foi utilizada alça de Drigalski. A suspensão foi colocada em tubos Falcon, a quantidade de esporos (mL) foi determinada com o auxílio de câmara de Neubauer em microscópio.

3. Teste de germinação: utilizou-se uma alíquota de 40 µL de suspensão de esporos (10⁶ esporos mL⁻¹) e outra de 40 µL de cada concentração dos extratos de alga (0; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L⁻¹), além de uma dose do tratamento padrão com Iprodione, não autoclavado. Estas foram colocadas em cavidades da placa, sendo essas incubadas em câmara tipo BOD sob luz constante a 20°C (± 1°C). A porcentagem de germinação foi determinada 24 h após o início do experimento, com o emprego de 20 µL do corante azul algodão de lactofenol para paralisar a germinação.

A avaliação foi realizada efetuando-se observações em microscópio ótico com aumento de 400 vezes. Foram contados aleatoriamente 100 esporos por parcela, totalizando 400 esporos por tratamento. Considerou-se como esporos germinados aqueles que apresentavam qualquer emissão do tubo germinativo. Para validação dos dados apresentados em porcentagem, o experimento foi repetido duas vezes.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e quando significativos foram comparados pelo teste de média Scott-Knott e ajustados modelos de regressão polinomial ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Para a variável esporulação os dados foram transformados para $\sqrt{X + 1}$, a fim de atender as pressuposições da análise de variância. O software utilizado para a análise estatística foi o SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

3.2.2. Teste *in vivo*

O experimento foi realizado no Laboratório de Fruticultura e Pós-colheita e no Laboratório de Fitopatologia da UNICENTRO, em Guarapuava-PR. Os frutos de ameixa foram advindos do pomar comercial localizado em Arapoti-PR.

Foram utilizados os mesmos produtos comerciais a base de extratos de algas e frutos de ameixa da cultivar ‘Reubennel’ advinda do pomar comercial descritos no Experimento 1.

Os tratamentos do experimento *in vivo* consistiram nas concentrações de 0 (testemunha); 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mL L⁻¹ dos produtos comerciais (Algamare[®] e Booster[®]) a base dos extratos de algas *A. nodosum* e *E. maxima*, aplicados nos frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculados com *M. fructicola*. Foi realizado tratamento padrão com Iprodione (150 mL de p.c. 100 L⁻¹ de água do produto comercial Rovral[®]).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por seis frutos.

As ameixas foram colhidas no dia 9 de janeiro de 2013 e transportadas no mesmo dia para o laboratório. Os frutos foram coletados no estágio de maturação fisiológica quando alcançou a coloração de 70% vermelha. Após a chegada dos frutos esses foram selecionados, padronizados e desinfestados da mesma forma descrita no Experimento 1.

Os frutos foram mantidos sobre a bancada para que secassem naturalmente e posteriormente realizada a inoculação. Para garantir a infecção, foram feitos ferimentos em dois pontos equidistantes na região equatorial dos frutos, com 2 mm de profundidade, com o auxílio

de uma agulha esterilizada. Após efetuar os fermentos, os frutos foram inoculados por aspersão de suspensão de esporos do fungo *M. fructicola* na concentração de 10^6 esporos mL^{-1} .

Os tratamentos permaneceram em câmara fria a 0°C ($\pm 2,5^\circ\text{C}$) e 90% UR ($\pm 5\%$) durante o período de sete dias. Após esse tempo os frutos foram colocados sobre a bancada ($25 \pm 5^\circ\text{C}$ e $50 \pm 10\%$ UR) e envoltos durante 24 h com saco plástico para promover um ambiente úmido favorável ao desenvolvimento da doença.

Avaliou-se perda de massa, área abaixo da curva da incidência da doença (AACPID), área abaixo da curva abaixo do progresso da severidade da doença (AACPSD), índice de doença (ID) e esporulação do fungo nos frutos. A seguir são detalhadas as metodologias adotadas para avaliação dessas variáveis.

1. Perda de massa: foi realizada conforme descrito no Experimento 1.

2. AACPID e AACPSD: no segundo dia após a retirada dos frutos da câmara fria começaram as avaliações diárias da evolução das lesões, efetuando-se medições do diâmetro das mesmas em duas transversais, utilizando um paquímetro digital. As avaliações dessa variável foram encerradas no nono dia, quando a maioria dos frutos do tratamento testemunha apresentava-se tomados pela doença. Foram determinadas incidência (porcentagem de frutos com lesões) e severidade (diâmetro médio das lesões desenvolvidas) da doença. Os dados de diâmetro médio da lesão e incidência foram transformados em porcentagem, adotando-se o diâmetro padrão de 4,7 mm para todos os frutos, sendo os valores de porcentagem expresso em AACPSD, enquanto, a AACPID foi expressa segundo Campbell e Madden (1990).

3. ID: foi determinado utilizando-se notas de 0 a 4, de acordo com a metodologia proposta por Carvalho et al. (2009), na qual a ocorrência e área das lesões consiste nos seguintes critérios: 1) lesões que tomavam de 0 a 25% do fruto; 2) lesões de 26 a 50%; 3) lesões de 51 a 75%; 4) lesões > 75%. Com o auxílio dessas notas, calculou-se o ID, descrito por Mc Kinney (1923), citado por Cirulli e Alexander (1966), de acordo com a seguinte equação:

$$\text{ID} = \frac{\sum (fv)100}{nx}$$

ID = Índice de doença;

f = Número de frutos em cada categoria de infecção;

v = Grau de infecção;

n = Número total de frutos inoculados;

x = Grau máximo de infecção.

4. Esporulação: na última avaliação realizada no nono dia, os esporos foram quantificados. Para isso, com auxílio da alça de Drigalski, as lesões dos frutos foram lavadas com 10 mL de água destilada autoclavada. A suspensão foi colocada em tubos Falcon e a quantidade de esporos (mL) foi determinada por meio da câmara de Neubauer em microscópio.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram comparados pelo teste de média Scott-Knott e ajustados modelos de regressão polinomial ($p < 0,05$). Para a variável esporulação os dados foram transformados para $\sqrt{X + 1}$, a fim de atender as pressuposições da análise de variância. O software utilizado para a análise estatística foi o SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros iniciais de maturação dos frutos de ameixa das cultivares ‘Irati’ e ‘Reubennel’.

Tabela 2: Parâmetros iniciais de maturação dos frutos de ameixa das cultivares ‘Irati’ e ‘Reubennel’.

Parâmetros iniciais	‘Irati’	‘Reubennel’
Luminosidade	23,85	50,20
a*	15,00	-3,45
b*	3,24	17,82
Firmeza da polpa (N)	31,68	19,41
Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)	17,12	15,74
Sólidos solúveis(%)	9,03	12,00
pH	2,98	2,93
Acidez titulável (%)	1,07	0,98
Relação sólidos solúveis/acidez titulável	10,30	12,89
Antocianinas (mg 100 g ⁻¹)	1,17	-
Carotenóides (mg 100 g ⁻¹)	-	0,845
Compostos fenólicos (mg ác. gálico 100 g ⁻¹)	57,00	31,88
Pectinametilsterase (nmol g ⁻¹ min ⁻¹)	475,42	639,44
Poligalacturonase (U mL ⁻¹)	38,86	40,81

4.1. EXPERIMENTO 1: APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE ALGAS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS ‘IRATI’ E ‘REUBENNEL’

4.1.1. Resultados

4.1.1.1. Cultivar ‘Irati’

Os teores médios de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais, pH e ratio não apresentaram diferença significativa para os parâmetros concentrações e extratos, além disso não houve interação significativa entre eles. A média geral foi de 12,21 mg de ácido ascórbico por 100 g⁻¹ da amostra, 10,48% de sólidos solúveis totais, 3,09 de pH e 10,10 de ratio.

Tabela 3: Resumo do quadro da Análise de variância para ameixas ‘Irati’.

Variáveis	Valores de f para as diferentes causas de variação			
	Concentrações	Extratos	Interação (Concentrações x Extratos)	CV (%)
Perda de massa	5,568**	30,558**	4,627**	23,00
Ácido ascórbico	0,786 ^{ns}	0,480 ^{ns}	0,613 ^{ns}	17,42
Sólidos solúveis totais	0,906 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,406 ^{ns}	6,65
pH	0,415 ^{ns}	2,123 ^{ns}	1,983 ^{ns}	6,75
Ácidez titulável	1,858 ^{ns}	0,217 ^{ns}	2,794*	9,08
Ratio	0,856 ^{ns}	0,218 ^{ns}	2,475 ^{ns}	11,65
Firmeza de polpa	2,392 ^{ns}	4,424**	1,215 ^{ns}	21,18
Antocianinas	23,393**	1,133 ^{ns}	0,624 ^{ns}	25,07
Compostos Fenólicos	20,568**	47,758**	10,866**	9,31
Luminosidade	9,609**	92,669**	10,931**	5,28
Pectinametilsterase	3,474**	77,169**	8,079**	11,73
Poligalacturonase	6,612**	243,568**	17,582**	31,13

Os valores de perda de massa dos frutos de ameixa ‘Irati’ podem ser observados na Figura 1. Houve interação significativa entre concentrações e extratos de algas. As concentrações do produto que representa o extrato de *A. nodosum* (Algamare[®]) apresentou efeito cúbico em função das concentrações, semelhante a isso, o produto que contém o extrato de *E. maxima* (Booster[®]) apresentou efeito quadrático. A menor concentração do extrato de *A. nodosum* apresentou os menores valores de perda de massa, sendo esses valores maiores nas maiores concentrações. As concentrações de *E. maxima*, mesmo que em escala tênue, diminuíram a perda de massa das ameixas ‘Irati’.

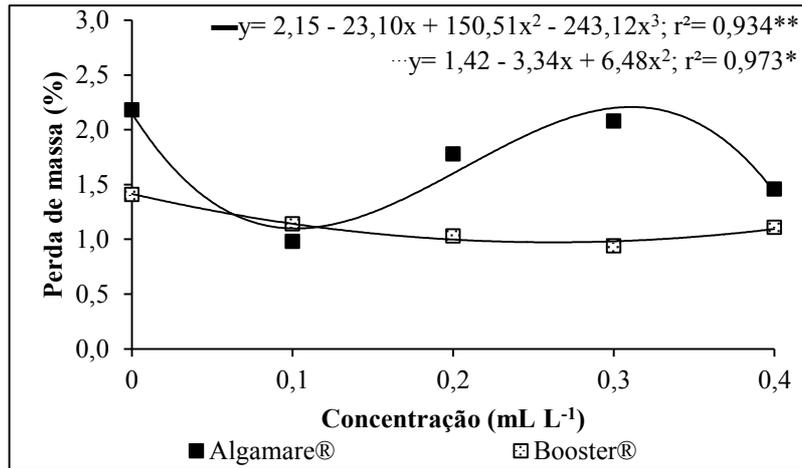


Figura 1: Perda de massa (%) de ameixas 'Irati' tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (** e * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente).

Os valores referentes à acidez titulável das ameixas 'Irati' encontram-se na Figura 2. Houve interação significativa entre os parâmetros produto concentração, o produto contendo o extrato de *A. nodosum* expôs efeito linear positivo, indicando aumento da acidez com o aumento das concentrações. O efeito apresentado pelo produto contendo o extrato de *E. maxima* foi o quadrático.

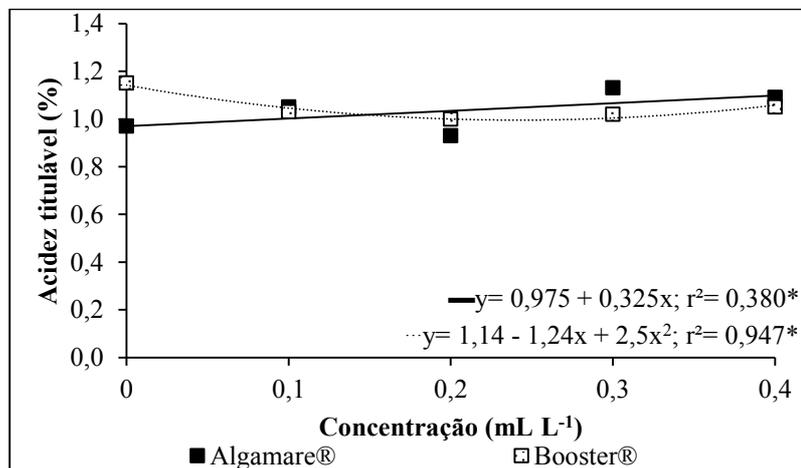


Figura 2: Acidez titulável (%) de ameixas 'Irati' tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (*significativo ao nível de 5% de probabilidade)

A firmeza da polpa dos frutos apresentou efeito significativo somente quando aos extratos aplicados (Figura 3). O produto contendo o extrato de *E. maxima* diferiu do extrato de *A. nodosum*, apresentando firmeza de polpa inferior a esse.

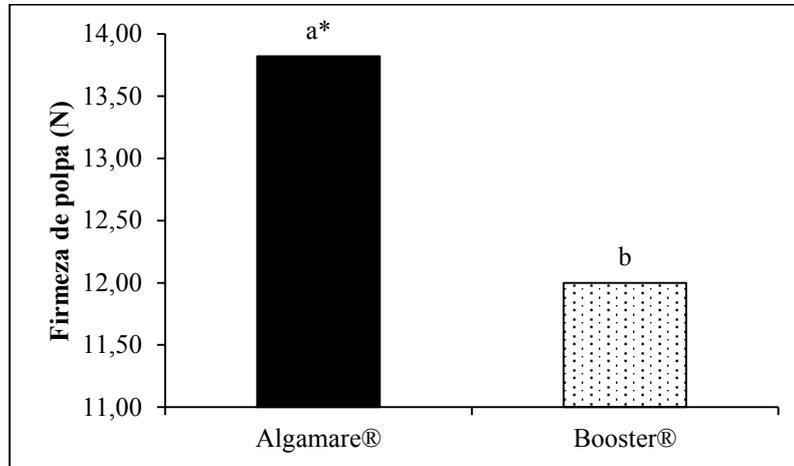


Figura 3: Firmeza de polpa (N) de ameixas ‘Irati’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)).

Os teores de antocianinas apresentaram efeito quadrático somente quanto às concentrações (Figura 4), logo, o comportamento das concentrações foi semelhante em ambos os extratos, onde as concentrações dos extratos diminuíram os teores de antocianinas nas ameixas.

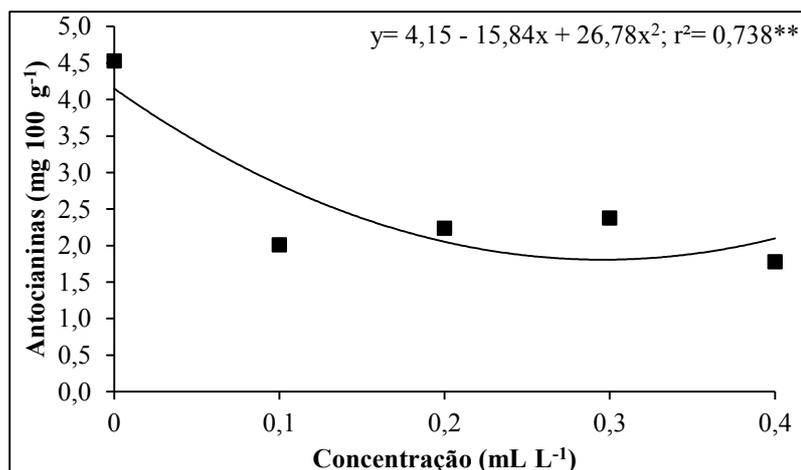


Figura 4: Antocianinas (mg 100 g⁻¹) de ameixas ‘Irati’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

Os teores de compostos fenólicos das ameixas ‘Irati’ apresentaram interação significativa nos diferentes parâmetros estudados (Figura 5). Os valores apresentaram efeito linear positivo quando submetidos ao produto contendo o extrato de alga *A. nodosum*, onde as maiores concentrações apresentam os maiores valores. Diferentemente disso, o produto contendo o extrato de *E. maxima* apresentou efeito quadrático quanto aos compostos fenólicos, onde as menores concentrações obtiveram os maiores teores.

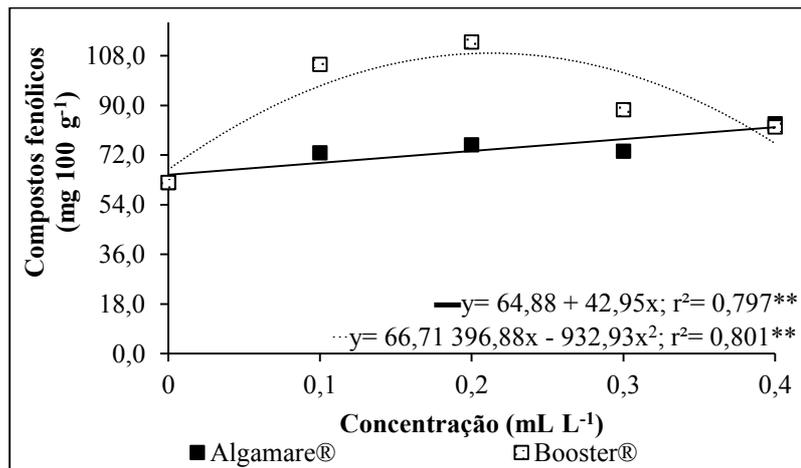


Figura 5: Compostos fenólicos (mg 100 g⁻¹) de ameixas ‘Irati’ tratados com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado (0±2,5°C e 90±5% UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

A luminosidade dos frutos de ameixa ‘Irati’ apresentou efeito quadrático somente nos frutos submetidos ao produto contendo o extrato de *A. nodosum*, onde as maiores concentrações apresentaram valores maiores de luminosidade (Figura 6). Os frutos que receberam o extrato de *E. maxima* não tiveram alterações na luminosidade.

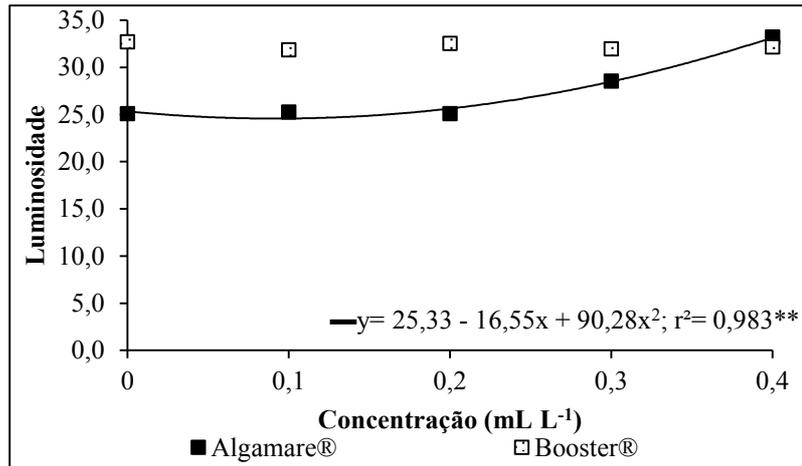


Figura 6: Luminosidade da epiderme de ameixas ‘Iratí’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

A atividade da enzima pectinametilsterase apresentou interação significativa (Figura 7), sendo que as ameixas submetidas ao tratamento com concentrações de *A. nodosum* exibiram efeito quadrático nas diferentes concentrações, tendo diminuição nos valores com as maiores concentrações. Diferentemente disso, a atividade da pectinametilsterase não variou quanto à aplicação do produto contendo o extrato de *E. maxima*.

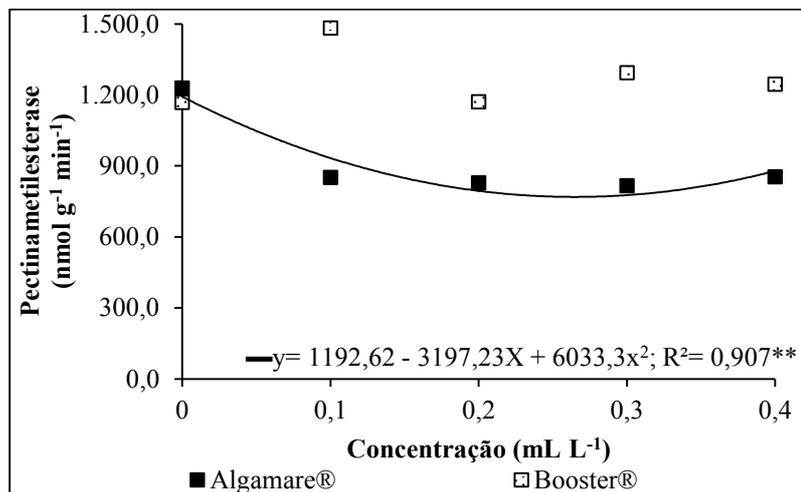


Figura 7: Atividade da enzima Pectinametilsterase (PME) ($\text{nmol g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de ameixas ‘Iratí’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

Os dados referentes à atividade enzimática da PG em ameixas ‘Iratí’ encontram-se na Figura 8. Houve interação significativa quanto às concentrações e os extratos, o efeito

apresentado foi quadrático e linear negativo quanto aos extratos de *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente.

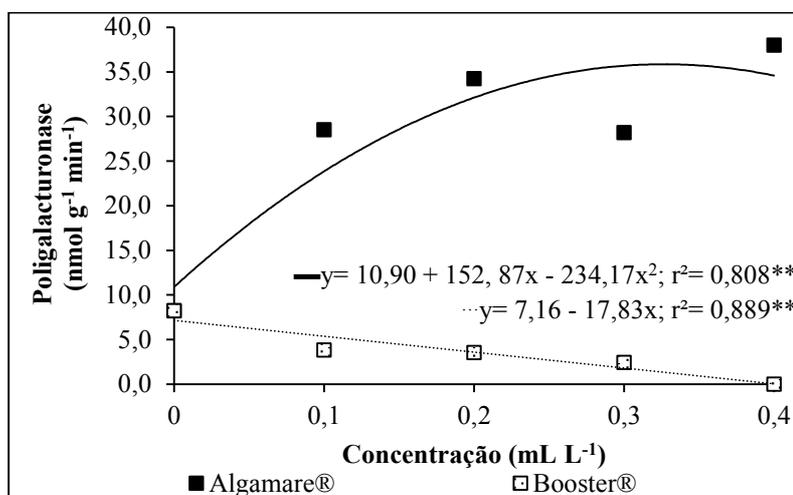


Figura 8: Atividade da enzima Poligalacturonase (PG) (U mL⁻¹) de ameixas ‘Irati’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 15 dias após armazenamento refrigerado (0±2,5°C e 90±5% UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

4.1.1.2. Cultivar ‘Reubennel’

Tabela 4: Resumo do quadro da Análise de variância para ameixas ‘Reubennel’.

Variáveis	Valores de f para as diferentes causas de variação			
	Concentrações	Extratos	Interação (Concentrações x Extratos)	CV (%)
Perda de massa	0,997 ^{ns}	36,808 ^{**}	4,761 ^{ns}	12,38
Ácido ascórbico	2,427 ^{ns}	18,139 ^{**}	1,257 ^{ns}	10,38
Sólidos solúveis totais	1,283 ^{ns}	1,043 ^{ns}	2,315 ^{ns}	3,60
ph	3,398 ^{ns}	0,005 ^{**}	1,011 ^{ns}	2,93
Ácidez titulável	3,312 ^{**}	0,630 ^{**}	11,681 ^{**}	5,56
Ratio	1,773 ^{ns}	4,747 [*]	14,140 ^{**}	7,53
Firmeza de polpa	5,396 ^{**}	5,585 ^{**}	13,364 ^{**}	19,58
Carotenóides	2,735 ^{ns}	5,337 [*]	0,962 ^{ns}	11,98
Compostos Fenólicos	45,060 ^{**}	14,952 ^{**}	15,395 ^{**}	9,12
Luminosidade	0,693 ^{ns}	1,898 ^{ns}	0,453 ^{ns}	3,26
Pectinametilsterase	19,32 ^{**}	64,102 ^{**}	5,773 ^{**}	15,62
Poligalacturonase	4,076 ^{**}	2,670 ^{ns}	2,979 [*]	42,21

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (p<0,05). **significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (p<0,01).

As variáveis sólidos solúveis totais e luminosidade não apresentaram efeito significativo. Os valores médios para as variáveis foram de 12,89% e 31,36 pra sólidos solúveis e luminosidade, respectivamente.

Os valores de perda de massa das ameixas ‘Reubennel’ apresentaram diferença significativa quanto aos diferentes produtos (Figura 9). A perda de massa dos frutos foi menor quando submetidos às aplicações do produto contendo o extrato de *A. nososum*.

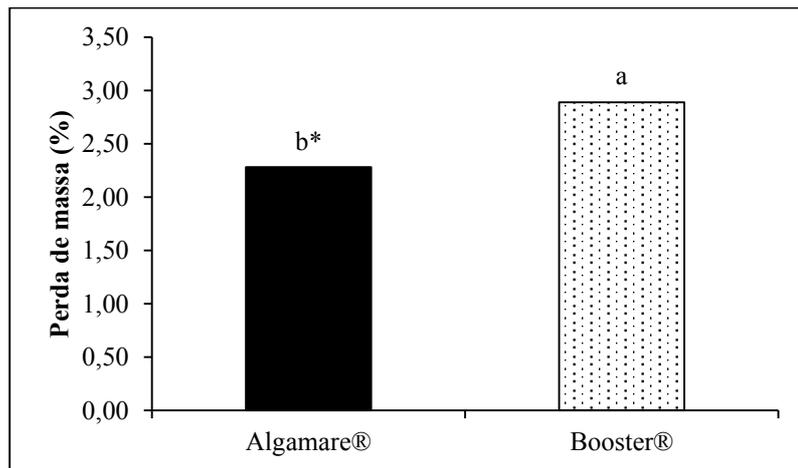


Figura 9: Perda de massa (%) de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK ($p < 0,05$)).

Houve diferença significativa para os teores de ácido ascórbico somente para o tratamento, frutos tratados com o produto contendo o extrato de alga *A. nodosum* apresentaram valores maiores quando comparados com o tratamento com o extrato de *E. maxima* (Figura 10).

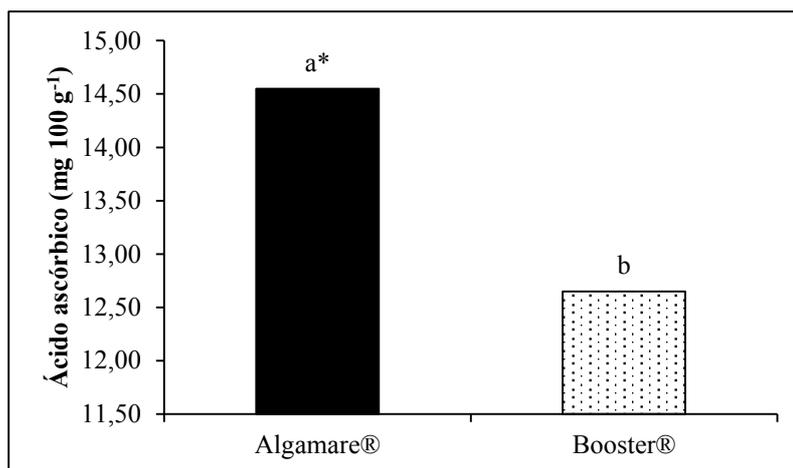


Figura 10: Ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹) de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado (0±2,5°C e 90±5% UR). (Guarapuava-PR, 2012) (*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK(p<0,05)).

Os dados referentes ao pH das frutas tratadas com diferentes concentrações de extrato de algas encontram-se na Figura 11. Houve efeito linear quanto ao pH dos frutos de ameixa tratadas com ambos os produtos contendo os extratos de algas (Figura 11). As maiores concentrações proporcionaram os maiores valores de pH.

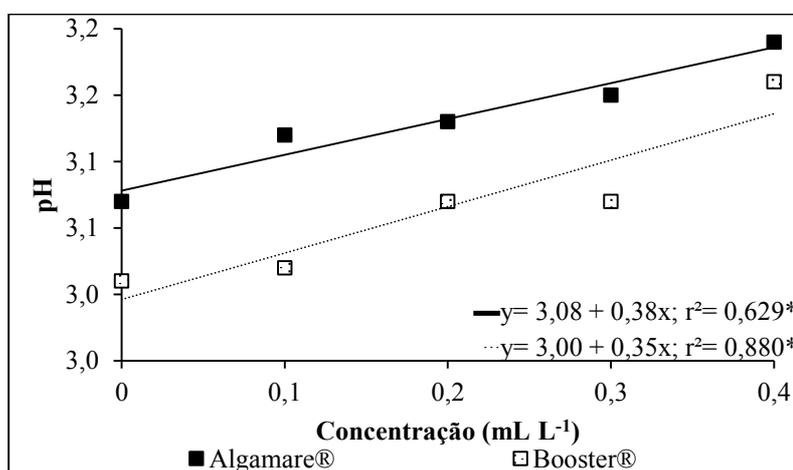


Figura 11: Valores de pH de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado (0±2,5°C e 90±5% UR). (*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK(p<0,05)).

Os dados referentes à acidez titulável das ameixas ‘Reubennel’ encontram-se na Figura 12. Houve efeito linear positivo para as frutas tratadas com o produto contendo *A. nodosum*.

Diferentemente disso, o produto contendo o extrato de alga *E. maxima* promoveu efeito linear negativo.

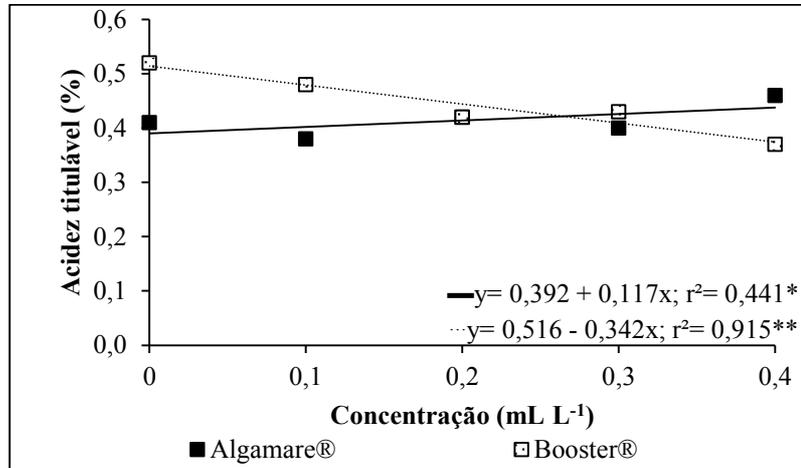


Figura 12: Acidez titulável (%) de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (** e * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente).

Houve interação significativa entre as diferentes concentrações e os diferentes produtos para a variável relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio) das ameixas ‘Reubennel’ (Figura 13). O produto que contém o extrato de alga *A. nodosum* promoveu regressão quadrática, enquanto o produto que contém o extrato de alga *E. maxima* apresentou efeito linear positivo, sendo maiores os valores de ratio quanto maiores as concentrações.

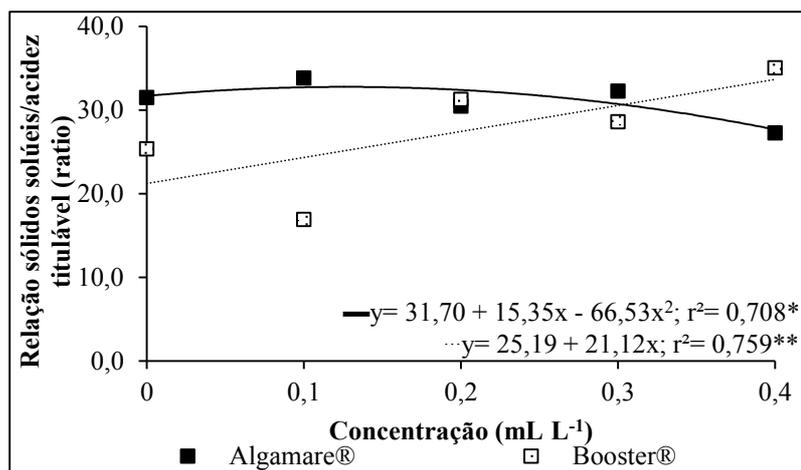


Figura 13: Relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio) de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (** e * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente).

A Figura 14 expõe os dados referentes à firmeza de polpa das ameixas ‘Reubennel’. Houve interação significativa entre as concentrações e os produtos para a variável em questão, e ambos os produtos promoveram efeito quadrático, sendo que o produto contendo o extrato de alga *E. maxima* teve efeito positivo, aumentando a firmeza de polpa proporcionalmente as doses utilizadas e o produto contendo o extrato de *A. nodosum* teve efeito negativo.

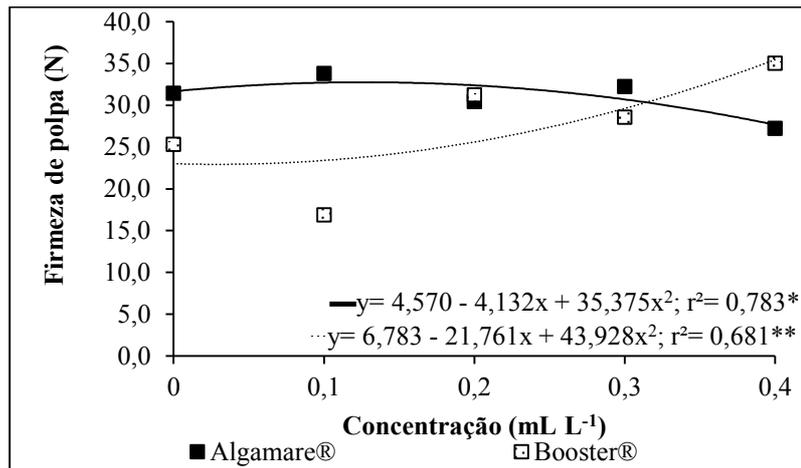


Figura 14: Firmeza de polpa (N) de ameixas ‘Reubennel’ tratadas com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (Algamare®) e *Eckonia maxima* (Booster®) aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (** e * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente).

Os teores de compostos fenólicos das ameixas encontram-se na Figura 15. Houve interação significativa entre as concentrações e os produtos, sendo que ambos os produtos propiciaram a diminuição dos teores de compostos fenólicos.

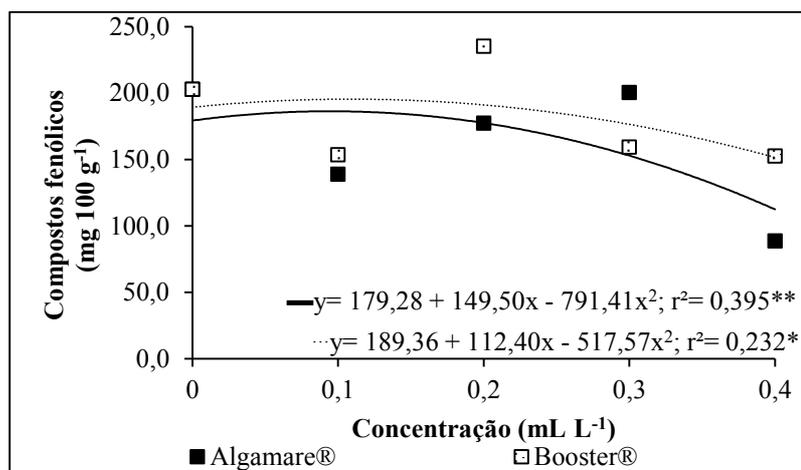


Figura 15: Compostos fenólicos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) de ameixas ‘Reubennel’ tratados com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e *Eckonia maxima* aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (** e * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente).

Os teores de carotenóides apresentaram efeito significativo somente quanto aos diferentes produtos (Figura 16). O produto contendo *E. nodosum* apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente do produto contendo *A. nodosum*, que apresentou os menores.

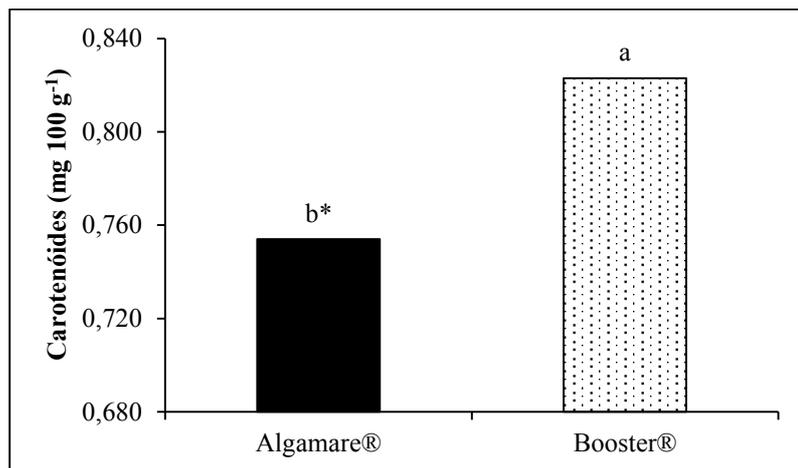


Figura 16: Teores de carotenóides (mg 100 g⁻¹) de ameixas ‘Reubennel’ tratados com diferentes concentrações do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e *Eckonia maxima* aos 30 dias após armazenamento refrigerado (0±2,5°C e 90±5% UR). (Guarapuava-PR, 2012) (* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK (p<0,05)).

A atividade da pectinametilesterase apresentou interação significativa quanto às concentrações e os diferentes produtos (Figura 17). O produto contendo o extrato de alga *A. nodosum* propiciou efeito linear positivo quanto às concentrações. Semelhante a isso, o produto contendo o extrato de alga *E. maxima* teve efeito quadrático.

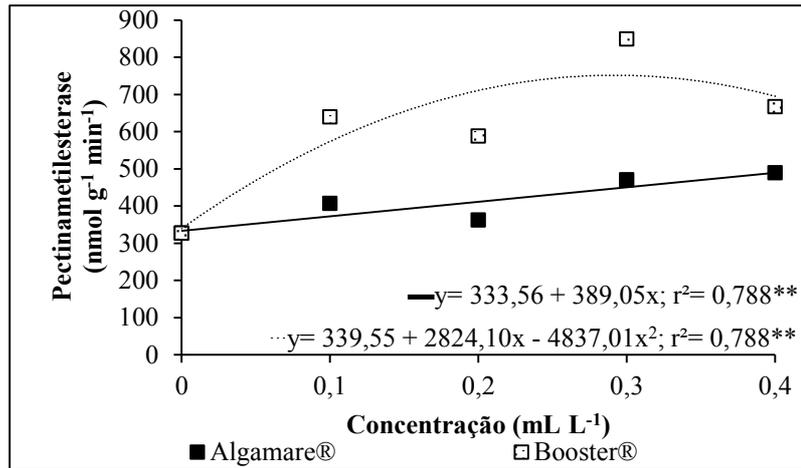


Figura 17: Atividade da enzima Pectinametilsterase (PME) ($\text{nmol g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de ameixas ‘Reubennel’ tratados com diferentes concentrações do extrato de alga *A. nodosum* e *E. maxima* aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

Os dados referentes à atividade da enzima PG encontram-se na Figura 18. A atividade da PG apresentou efeito linear em relação às concentrações do extrato de *A. nodosum*, sendo que na concentração de $0,3 \text{ mL L}^{-1}$ o aumento foi maior que 130% em relação ao tratamento testemunha. O extrato de *E. maxima* não apresentou efeito na mesma variável, apresentando média geral de $24,88 \text{ U mL}^{-1}$.

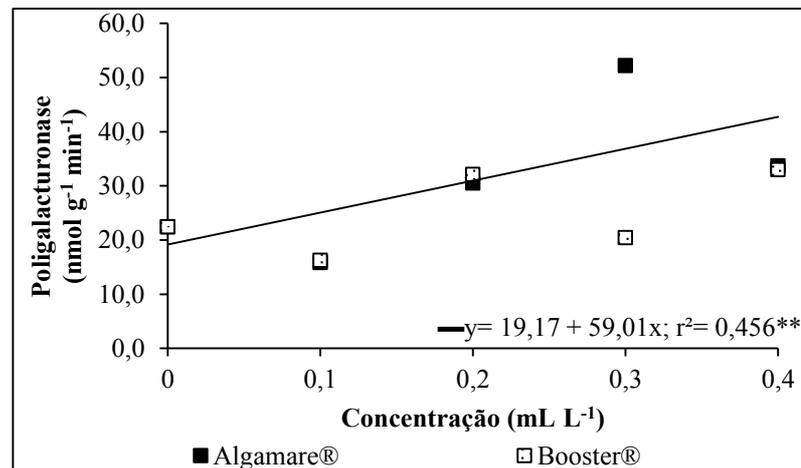


Figura 18: Atividade da enzima Poligalacturonase (PG) (U mL^{-1}) de ameixas ‘Reubennel’ tratados com diferentes concentrações do extrato de alga *A. nodosum* e *E. maxima* aos 30 dias após armazenamento refrigerado ($0 \pm 2,5^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR). (Guarapuava-PR, 2012) (**significativo ao nível de 1% de probabilidade).

4.1.2. Discussão

O tempo de armazenamento aumenta a perda de massa de frutos, pois o processo de transpiração, no qual a água é perdida pela diferença de pressão do vapor de água entre a atmosfera e a camada de célula subepidérmicas dos frutos, intensifica-se durante o amadurecimento, reduzindo a qualidade dos frutos (BRACKMANN et al., 2007; BRACKMANN et al., 2003; BHOWMIK e PAN, 1992).

Informações referentes à perda de massa em função do efeito dos extratos de algas ou fitohormônios em pós-colheita de frutos de ameixa são escassos. Estudos de Magarim et al. (2005) com diferentes modificadores de atmosfera, durante o armazenamento refrigerado de ameixas 'Reubennel', demonstram perda de massa de 2 a 8%, segundo os mesmos autores, esses valores enquadram-se como normais, e ainda podem indicar, se estiverem nessa faixa de variação, que a umidade da câmara fria encontrava-se em condições adequadas. Tais resultados corroboram com os obtidos neste estudo, pois as perdas médias nos frutos nas cultivares 'Irati' e 'Reubennel' aos 15 e 30 dias após armazenamento, em ambos os extratos de alga, foram menores que os tidos como normais. Ambos os extratos diminuíram a perda de massa para a cultivar 'Irati' e na 'Reubennel' o produto contendo o extrato de alga *A. nodosum* apresentou o menor valor na variável, proporcionando uma redução de aproximadamente 13%. Esses dados são semelhantes, de maneira geral, com os obtidos por Fan et al. (2014) que verificaram que a aplicação de 1,0 g L⁻¹ de *A. nodosum* em pré-colheita de espinafre proporcionaram redução da perda de massa durante o armazenamento pós-colheita, onde a perda média diária do tratamento testemunha foi de 0,6%, enquanto as folhas tratadas com o extrato de alga apresentaram perdas 0,4%.

Destaca-se que, no presente em estudo, foi realizada apenas uma aplicação dos extratos na pós-colheita dos frutos de ameixa, onde esses foram submersos durante 1 min. Enquanto Fan et al. (2014) efetuaram três aplicações em pré-colheita na irrigação das plantas de espinafre, tais diferenças metodológicas podem justificar as diferenças nos resultados.

A diminuição dos teores de ácido ascórbico na pós-colheita é comum em frutos e hortaliças, sendo que sua deterioração está relacionada a vários fatores, tais como concentração de O₂, pH, luz, temperatura e umidade/atividade de água (GABAS et al., 2003). Do ponto de vista fisiológico, com o decorrer do amadurecimento acontece à oxidação dos ácidos, consequentemente, redução do teor de ácido ascórbico que indica o processo natural de senescência dos frutos (TUCKER, 1993). Contudo, o teor de ácido ascórbico pode ser

manejado. Lima e Durigan (2002) preservaram os teores de ácido ascórbico em frutos de goiabas 'Paluma' submetidos a concentrações de 100 e 200 mg L⁻¹ de ácido indol-3-acético (IAA). A aplicação de extrato de *A. nodosum* não alterou os teores de ácido ascórbico em nenhuma das cultivares, no entanto, o extrato de *E. máxima* diminuiu em 15% os teores na cultivar Reubennel. Esses resultados diferem dos estudos dirigidos por Fan et al. (2014) que verificaram diferenças no teor do ácido ascórbico em folhas de espinafre em pós-colheita submetidas até 5,0 g L⁻¹ de *A. nodosum*.

As concentrações dos extratos de algas não interferiram significativamente nos valores de pH na cultivar de ameixa 'Irati', contudo houve um incremento na variável com o aumento das concentrações de ambos os extratos nas ameixas 'Reubennel'. Trabalhos sobre o efeito de extratos de algas ou mesmo de fitohormônios sob o pH são escassos em ameixas. Helbig (1998) revela que ameixas cv. Wade apresentam aumento do pH com o avanço da maturação durante o armazenamento. Isso é semelhante o que foi verificado por Malgarim et al. (2005) que estudaram o efeito de diferentes modificadores de atmosfera, durante o armazenamento refrigerado, na qualidade pós-colheita de ameixas 'Reubennel' em estágio meio maduro, aumentando os teores de pH. O comportamento normal dos valores de pH é seu progressivo aumento, isso porque está relacionado diretamente com o avanço da maturação (CANTILLANO E MALGARIM, 2002). No presente estudo os valores de pH apresentaram aumento em comparação com os valores iniciais, sendo alterados pelas concentrações de ambos os extratos somente em uma das cultivares estudadas.

Os teores de sólidos solúveis não apresentaram alterações com a aplicação dos extratos para ambas as cultivares de ameixa, também não se verifica um padrão de resposta dessa variável aos tratamentos. Contudo, em ambas as cultivares os valores médios de sólidos solúveis foram maiores quando comparados com a análise inicial, sendo que o teor de açúcar, normalmente, aumenta após a colheita e durante o armazenamento por curtos períodos, decrescendo após o armazenamento prolongado, com a chegada da senescência (KLUGE et al, 1997). Além disso, Cereta (1999) revela que os teores de sólidos solúveis têm pequenas variações durante o armazenamento.

Diversos trabalhos verificaram que os teores de sólidos solúveis não alteraram na pós-colheita em diferentes frutos, quando submetidos a diferentes tratamentos (SARTORI et al., 2003; PEREIRA et al., 2004; MALGARIM et al., 2005).

Contrapondo esses resultados Pires et al. (2003) verificaram que o teor de sólidos solúveis reduziu no mosto de uvas ‘Centennial Seedless’ com o emprego de N-(2-cloro-piridil)-N-feniluréia (CPPU) e GA₃, aplicados por imersão dos cachos em solução aquosa, 14 dias após o pleno florescimento. Estes fitohormônios, também presentes nos extratos de algas, apresentam efeito no atraso da maturação dos cachos, entretanto, no presente estudo não se verificou tal efeito.

No caso da acidez titulável das ameixas os extratos apresentaram comportamento distinto nas cultivares estudadas. O produto contendo o extrato de alga *E. maxima* reduziu os valores de acidez nas ameixas ‘Irati’, enquanto o que continha *A. nodosum* proporcionou o aumento dos valores com as maiores concentrações na mesma cultivar. O oposto disso foi observado para as ameixas ‘Reubennel’. De modo geral, durante o período de armazenamento a diminuição da acidez titulável é comum, uma vez que esse decréscimo acontece devido ao metabolismo respiratório que continua ocorrendo mesmo após a colheita, fazendo com que substratos, incluindo os ácidos, sejam utilizados como forma de geração de energia, que proporciona a manutenção dos processos vitais dos frutos (PECH, 2002).

Informações da literatura diferem, em partes, dos dados encontrados no presente estudo. Trabalhos dirigidos por Tecchio et al. (2009) com o uso de auxina sintética, um dos principais componentes dos extratos utilizados, verificaram que a aplicação de 100 mg L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA) em uva ‘Niagara Rosada’ na pré-colheita, os valores de pH e acidez titulável foram pouco afetados. Estudo realizado por Steffens et al. (2009), testando o efeito da aplicação pré-colheita de AVG e GA₃ nas concentrações de 0, 90 e 125 mg L⁻¹ e 0 e 100 mg L⁻¹, respectivamente, em ameixas ‘Laetitia’, não verificaram efeito na maturação e qualidade dos frutos após o armazenamento refrigerado, bem como na acidez titulável.

Ao contrário disso, Ferri et al. (2004) observaram decréscimo linear da acidez total titulável em frutos de caqui (*Diospyros kaki*) tratados com AG₃ na pré-colheita. Ressalta-se que a concentração de 30 mg L⁻¹ de AG₃ proporcionou valores semelhantes ao desse estudo para a variável acidez titulável dos frutos de ameixas submetidos ao produto contendo o extrato de alga *A. nodosum*.

A relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentou o mesmo efeito para ambas as cultivares de ameixas, o produto contendo extrato de alga *E. maxima* proporcionou maiores valores da relação quando comparado com o produto contendo o extrato de *A. nodosum*. Os valores da acidez titulável proporcionada pela aplicação dos produtos contendo o extrato estão relacionados diretamente ao aumento ou diminuição dos valores da relação sólidos solúveis pela acidez titulável, o que representa maiores teores de açúcares comparados a ácidos, quando essa está em menor escala. A razão entre o conteúdo de sólidos solúveis e acidez apresenta importante característica de qualidade, tendo relação direta com o sabor do fruto, ou seja, maiores valores dessa variável estão associados a um sabor mais agradável (PEDRO e FERREIRA, 2005). Dessa forma, alguns cultivares, como o ‘Reubennel’, podem ser responsivos ao extrato devido à interferência desses nos teores de acidez titulável, considerando a ausência de diferença entre os tratamentos para a variável sólidos solúveis dos frutos, e como consequência nos valores da relação sólidos solúveis pela acidez titulável.

Os dados da literatura são conflitantes, no trabalho de Almeida et al. (2008) foram avaliados os efeitos do fornecimento de auxinas e giberelinas ($GA_3 + 2,4-D$ a $12,5 \text{ mg L}^{-1}$ de cada; $GA_3 + 2,4-D$ 25 mg L^{-1} ; $GA_3 + 2,4-D$ $37,5 \text{ mg L}^{-1}$; $GA_3 + NAA$ $12,5 \text{ mg L}^{-1}$; $GA_3 + NAA$ 25 mg L^{-1} ; $GA_3 + NAA$ $37,5 \text{ mg L}^{-1}$; $NAA + 2,4-D$ $12,5 \text{ mg L}^{-1}$; $NAA + 2,4-D$ 25 mg L^{-1} ; $NAA + 2,4-D$ $37,5 \text{ mg L}^{-1}$ e testemunha - água) na pré-colheita de laranja (*Citrus sinensis*) destinadas a produção de suco. Esses autores verificaram que os valores da relação sólidos solúveis/acidez titulável não diferem entre os tratamentos, também constataram aumentos dessa variável na mesma proporção durante o período de armazenamento das laranjas indiferentemente dos tratamentos aplicados, como o ocorrido no presente estudo.

Contudo, Ramos et al. (2013) verificaram efeito da aplicação de estrobirulina, boscalida, fitohormônios e extrato vegetal na qualidade física e química de frutos de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) híbrido ‘Giuliana’, em condições controladas. Demonstraram que o fornecimento de 100 mg L^{-1} de GA_{4+7} (1,8%) + benzilaminopurina proporcionaram os maiores valores da relação sólidos solúveis/acidez titulável.

A firmeza de polpa apresentou comportamamento diferenciado para as cultivares em função do fornecimento dos extratos na pós-colheita de ameixas. O produto contendo o extrato da alga *A. nodosum* apresentou-se eficiente na manutenção da firmeza de polpa após armazenamento apenas para cultivar ‘Reubennel’, ao contrário disso, possibilitou diminuição da firmeza nas ameixas ‘Irati’, enquanto o produto contendo *E. maxima* obteve efeito contrário.

A manutenção da firmeza é importante para a qualidade pós-colheita das ameixas, pois, com o avanço natural de maturação, os frutos vão ficando mais macios devido à hidrólise das pectinas constituintes da parede celular (BRAVERMAN, 1980).

De acordo com Donoso e Galdames (1973), valores de aproximadamente 8 N é o limite para o manuseio e comercialização de frutos de ameixa. Crisosto e Parker (2003) revelam que esse mesmo valor de firmeza de polpa é relatado como de maior aceitação dos consumidores ao ingerir os frutos de ameixas. Assim sendo, as ameixas 'Irati' e 'Reubennel' encontravam-se dentro desse padrão e aptas ao consumo mesmo transcorridos os dias de armazenamento com ou sem a aplicação dos extratos, encaixando-se dentro dos parâmetros aceitáveis de comercialização. Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam que o fornecimento de extrato de algas pode ser mais responsável para alguns cultivares de ameixa no período pós-colheita.

A ação fisiológica dos extratos na redução da perda de firmeza da polpa dos cultivares de ameixas pode estar ligada à presença de auxinas naturais em sua composição. Entre as principais auxinas encontradas nos extratos destas espécies de algas estão o ácido indolil-3-acético, ácido indolil-3-pirúvico, acetilglicina-3-indolil, ácido indolil-propionico e ácido indolil-lático (CROUCH et al., 1992). Trabalho realizado por Sartori et al. (2001), tendo como finalidade antecipar a colheita e aumentar o tamanho de frutos de pêssegos 'Diamante', realizaram aplicações de duas auxinas sintéticas, o ácido 3.5.6-tricloropiridiloxiacético (3,5,6-TPA) e 2.4-DP, citocinina CPPU (feniluréia) e a incisão anelar em ramos, verificaram que nenhum dos tratamentos afetaram a variável firmeza de polpa dos pêssegos, o que difere, em partes dos dados obtidos no presente estudo.

Lima e Durigan (2002) avaliando os efeitos da aplicação exógena de 100 e 200 mg L⁻¹ de GA₃, 6-benzilaminopurina (6-BAP) ou IAA e CaCl₂ a 1 e 2% na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma', por infiltração a vácuo (500 mm Hg 20 min⁻¹), concluíram que a firmeza dos frutos diminuiu, em todos os tratamentos, devido ao amadurecimento, sem ser influenciada diretamente pelos tratamentos.

Outro estudo que objetivou avaliar o efeito da aplicação de GA₃ no pegamento, frutificação efetiva e qualidade de frutos de atemoieira 'Gefner', nas condições irrigadas do norte de Minas Gerais, não ocorreu resposta para a variável firmeza de polpa (PEREIRA et al., 2004).

Portanto, nas condições desse experimento, a elevada perda de firmeza de polpa das ameixas confirmou-se como sendo a grande dificuldade do armazenamento prolongado, com redução acentuada, havendo uma perda média que corresponde a aproximadamente 50 e 35% das ameixas ‘Irati’ e ‘Reubennel’, aos 15 e 30 dias após armazenamento, respectivamente, em comparação com os valores iniciais de firmeza.

A variável antocianina, realizada somente para cultivar ‘Irati’, sofreu forte influência de ambos os extratos, com redução de mais de 60% na maior concentração em relação ao tratamento testemunha. As antocianinas constituem-se no maior grupo de pigmentos solúveis em água e corantes naturais importantes na produção de alimentos industrializados, devido à preferência dos consumidores por cores mais vivas. Estão presentes, sobretudo, no vacúolo das células da epiderme e são responsáveis pela coloração vermelha, púrpura, azul e violeta de muitos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O potencial antioxidante das antocianinas aproxima-se de ser duas vezes maior que outros antioxidantes disponíveis comercialmente, como, por exemplo, a vitamina E (ESPÍN et al., 2000), somado a isso, as antocianinas são fortemente polares e podem substituir, com benefícios, antioxidantes lipossolúveis (RAMIREZ-TORTOZA et al., 2001).

As antocianinas possuem uma importante ação na prevenção ou retardamento do aparecimento de várias doenças em humanos, isso se deve principalmente, às suas propriedades antioxidantes (PEREIRA e CARDOSO, 2012). As antocianinas encontradas em alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidina (vermelha), cianidina (vermelho) e delphinidina (violeta) (ARAÚJO, 2008).

Como mencionado, os extratos possuem em sua constituição fitohormônios, e é de ciência que citocininas normalmente promovem o acúmulo de antocianinas (DEIKMAN e HAMMER, 1995). Contudo, há na literatura o efeito inibitório no acúmulo de antocianina provocado pelo ácido giberélico (BROETTO e CROCOMO, 1995), sendo que em frutos de maçãs imaturas a formação de antocianina parece ser reprimida, provavelmente por giberelinas endógenas (BHARTIYA et al., 1983). Nesse contexto, a diminuição dos teores de antocianinas parece estar diretamente relacionada com as quantidades de giberelinas presentes nos extratos, uma vez que tanto a *E. maxima* quanto o *A. nodosum* apresentaram menores valores de antocianinas.

Os teores de carotenóides, quantificados apenas para as ameixas ‘Reubennel’, tiveram redução dos teores com a aplicação do produto que continha o extrato de alga *A. nodosum*.

Levando em consideração que o grau de redução no teor de clorofila e de proteínas são comumente utilizados como parâmetros bioquímicos para determinar a senescência dos frutos, pode-se afirmar, segundo os dados desse estudo, que os tratamentos com extratos de algumas espécies de algas, como a *A. nodosum*, mostraram capazes de reduzir a expressão da coloração dos frutos. Não obstante, é importante salientar que os carotenóides possuem componentes importantes na dieta humana, isso porque muitos deles convertem-se em vitamina A no organismo (PEREIRA e CARDOSO, 2012). Estudos têm demonstrado também que os carotenóides atuam como antioxidantes, protegendo as células dos danos oxidativos e, conseqüentemente, reduzindo o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas (ARAÚJO, 2008).

Avaliando os parâmetros de coloração Karatas et al. (2010) verificaram os efeitos da auxina ácido 4-cloro-indol-3-acético (AIA), ácido indol butílico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA), todos fornecidos na concentração de 10^{-6} M, em *Tropaeolum majus*, concluíram que no segundo dia em que as plantas foram tratadas com ANA, o conteúdo de clorofila e carotenóides foram superiores aos do grupo controle, com valores de 6 e 24% maiores, respectivamente. Porém, aos 4 e 6 dias, a perda de clorofila e carotenóides aumentam consideravelmente nas folhas tratadas com ambos os fitohormônios. Os autores relatam ainda que as perdas máximas para esses parâmetros foram obtidas no tratamento com o ANA.

Considerando que os extratos de algas são importantes fontes de fitohormônios, existem pesquisas que verificaram os efeitos de fitohormônios no conteúdo de carotenóides nos frutos. Ferri et al. (2004) apontam que o conteúdo de carotenóides tem teores reduzidos significativamente durante a maturação de caquis ‘Fuyu’, principalmente, quando são submetidos a aplicações de 30 ppm de GA₃, assim, adiando a maturação em quase 20 dias. A aplicação de giberelinas pode inibir parcialmente a ação do etileno, retardando o amolecimento, a perda de clorofila e o acúmulo de carotenóides em frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990), o que foi verificado nas condições do presente estudo para o extrato de *A. nodosum*. Acredita-se que diferentes respostas sejam obtidas com concentrações mais elevadas dos extratos empregados no trabalho, assim como maior número de aplicações dos mesmos.

Os teores de compostos fenólicos para ambas as cultivares de ameixa, ao final do período de avaliação, obtiveram maiores valores que a análise inicial. Dados de Gil et al. (2002) sobre variação genotípica da composição e atividade antioxidante de 25 cultivares de fruteiras de caroço, entre elas cultivares de ameixa ‘Wilckson’, ‘Black Beaut’, ‘Red Beault’, ‘Santa

Rosa' e 'Angelo', na fase madura (aptas ao consumo) apresentaram valores de compostos fenólicos entre 45 a 109 mg mL⁻¹ de polpa. Os valores desse estudo enquadram-se nessa faixa de variação. O interesse em estudar e quantificar os metabólitos fenólicos dos frutos e vegetais deve-se as propriedades promotoras de melhoria da saúde desses compostos em humanos. Nos frutos, os compostos fenólicos contêm uma vasta gama de constituinte com atividade antioxidante, como por exemplo, hidroxicinamatos, derivados do ácido gálico (taninos hidrolisáveis), flavonóis e antocianinas.

Efeito de extratos de algas ou fitohormônios sobre a composição e conteúdo dos compostos fenólicos são escassos. Ferri et al (2004), constataram que o conteúdo dos compostos fenólicos apresentou reduções com o decorrer da maturação em caquis, todavia, a diminuição dos teores de compostos fenólicos foram mais acentuados em frutos não tratados com GA₃ na pré-colheita, o que corrobora, em partes, com os dados encontrados nesse trabalho.

A variável luminosidade de polpa apresentou diferença na cultivar Irati. Ferri et al. (2004) relataram que a coloração da epiderme de frutos de caquis, mensurada visualmente, teve alteração significativa com a aplicação de 30 ppm de GA₃ (produto comercial Progib[®]). Os caquis não tratados com GA₃ atingiram a coloração amarelo-avermelhado, coloração essa dita como apta para consumo, enquanto, os frutos submetidos ao GA₃ apresentavam a coloração verde-amarelada no mesmo período de avaliação. Sugere, portanto, um retardamento do amadurecimento dos frutos, que adquiriram a coloração adequada para consumo 19 dias após os frutos do tratamento controle.

Entretanto, trabalho dirigido por Lima e Durigan (2002) testaram a aplicação exógena de 100 ou 200 mg L⁻¹ de GA₃, 6-benzilaminopurina (6-BAP) ou IAA e CaCl₂ a 1 ou 2%, na pós-colheita de goiabas 'Paluma' (infiltração a vácuo, 500 mm Hg 20 min⁻¹). Os autores verificaram que os frutos submetidos aos tratamentos não apresentaram efeitos significativos sobre a coloração e firmeza dos frutos durante o amadurecimento, o que difere em partes dos dados encontrados no presente estudo.

As concentrações do extrato de alga *A. nodosum* apresentaram resposta de diminuição da atividade enzimática da PME nos frutos de ameixa 'Irati', e incremento na atividade para as ameixas 'Reubennel'. A função da PME é desmetilar o C₆ de ácidos pectínicos, isso possibilita a atividade da PG, que acaba por promovendo o amaciamento dos frutos (RESENDE et al., 2004). Portanto, pode-se afirmar, de maneira indireta, levando-se em consideração a atividade

da PME, que o fornecimento de *A. nodosum* proporcionou redução das taxas de amadurecimento das ameixas 'Irati'.

Semelhante, em partes, aos dados encontrados no presente estudo, Cenci e Chitarra (1994), estudando o potencial de conservação da uva 'Niagara Rosada', submetidas à aplicação pré-colheita de ANA, CaCl_2 e ácido naftalenoacético, apresentaram redução de grana das bagas, o que, segundo os autores, deve-se provavelmente ao fato da menor atividade das enzimas PG e PME.

Kohatsu (2007) na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.), avaliando a aplicação de fitohormônios após a polinização nas concentrações de 100 mg L^{-1} GA_3 , 100 mg L^{-1} ácido indolilbutírico (AIB), 100 mg L^{-1} de cinetina misturada a $\text{GA}_3 + \text{AIB} + \text{cinetina}$ a 5%, verificaram que a atividade da PME teve uma ligeira diminuição no quinto dia de armazenamento dos frutos, com posterior aumento até o final do experimento, com exceção aos frutos tratados com GA_3 que apresentaram uma queda na última avaliação. O autor relata que os frutos tratados com GA_3 tiveram menor atividade de PME durante todo o período de armazenamento, não ultrapassando valores de $700 \text{ nmol g}^{-1} \text{ min}^{-1}$, enquanto os demais tratamentos apresentaram atividade enzimática superior a $800 \text{ nmol g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ chegando a atingir até $1.057 \text{ nmol g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ nas últimas avaliações. Esses dados são semelhantes aos verificados para as ameixas 'Irati' submetidas à aplicação de *A. nodosum* que apresentaram valores de $854 \text{ nmol g}^{-1} \text{ min}^{-1}$, o que concebe uma diminuição de 69% da atividade quando comparado com o tratamento testemunha.

As concentrações de *E. maxima* apresentaram aumentos de mais de 100% na atividade da PME, o que acaba por justificar os valores menores da firmeza de polpa para essa cultivar com a aplicação do mesmo extrato, reafirmando seu potencial na aceleração da maturação dos frutos.

Os resultados são promissores quanto a influência do extrato de alga *E. maxima* sobre a diminuição da atividade da PME e a PG, contudo o comportamento não foi verificado para *A. nodosum*, sugerindo menor eficiência dessa última espécie de alga em reduzir a senescência das frutas de ameixa. É importante salientar que nas duas cultivares testadas apresentaram aumento da atividade da PME em relação à análise inicial, apesar disso os valores da atividade da PG foram variáveis.

Portanto, os produtos a base de espécies de algas podem apresentar características de aceleração ou retardamento da maturação dos frutos dependendo da cultivar. Como relatado anteriormente o extrato de *E. maxima*, proporcionou diminuição da perda de massa, acidez titulável, teores de antocianinas, compostos fenólicos, atividade da PME e PG, ou seja, apresentando um possível retardamento da maturação dos frutos da cultivar 'Irati'. As mesmas condições não foram observadas para o extrato de *A. nodosum*. Para a 'Reubennel' ambos os extratos se comportaram de forma divergente em fatores que aceleram ou retardam a maturação. Dessa forma, dependendo do objetivo, os produtos a base desses extratos podem ser utilizados para o manejo pós-colheita para estimular ou atrasar o amadurecimento das ameixas, porém indica-se testar doses maiores dos produtos.

4.2. EXTRATOS DE ALGAS NO CONTROLE DE *Monilinia fructicola* AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO-PARDA

4.2.1. Resultados e discussão

4.2.1.1. Índice de velocidade de crescimento micelial, esporulação e germinação *in vitro* de *M. fructicola*

O IVCM de *M. fructicola* apresentou média geral de 1,66 e 1,58 em função das concentrações de extrato de *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente (Figura 19A e 19B), não havendo efeito significativo de ambas as concentrações dos extratos de alga no IVCM em relação a testemunha. Entretanto, para ambos os extratos, o tratamento padrão apresentou melhor resposta sobre o IVCM, diferindo estatisticamente no teste de comparação de média.

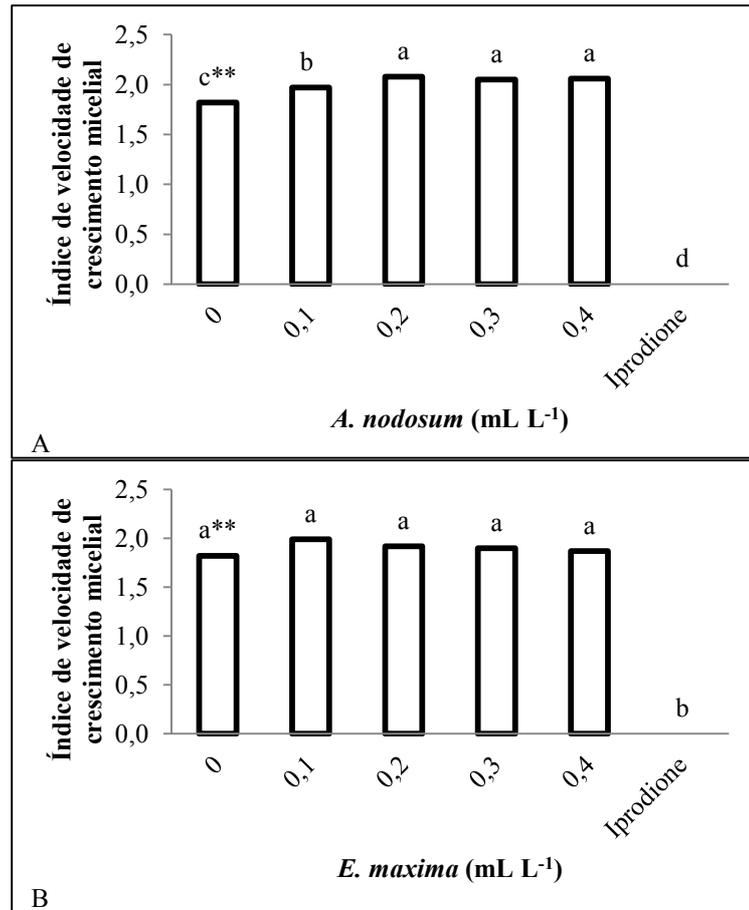


Figura 19: Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) *in vitro* do fungo *Monilinia fructicola* submetido a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100 L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013) (** médias seguidas por letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ pelo Teste de Scott-Knott) (CV %= 3,98 e 11,7 para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Os extratos possuem componentes, como por exemplo, macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e estimuladores de crescimento (LIMBERGER e GHELLER, 2012), que nas concentrações fornecidas nesse estudo provavelmente possibilitaram o desenvolvimento normal do fungo, não apresentando efeito fungitóxico ou fungistático sobre o IVCM. É importante salientar que os extratos empregados nesse trabalho foram autoclavados, o que pode ter interferido nos componentes dos extratos, degradando-os.

Diferentemente dos dados encontrados nesse trabalho, Machado et al. (2011) avaliaram a eficiência de extratos orgânicos de oito espécies de macro algas marinhas no controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamoeiro (*Carica papaya*) e verificaram que o extrato da espécie *O. secundiramea* nas concentrações de 1 e 2 ppm reduziram o IVCM em 91 e 100%, respectivamente, quando comparado ao controle (somente BDA), sendo essa

diminuição devida, provavelmente, à capacidade antifúngica das substâncias presentes na constituição dos extratos.

Peres et al. (2012) em trabalho obtiveram inibição no crescimento micelial *Colletrotrichum lagenarium* com o uso dos extratos das macroalgas *Stypodium zonale*, *Laurencia dendroidea*, *Ascophyllum nodosum*, *Pelvetia canaliculata*, *Sargassum muticum* e *Fucus spiralis*. Quando os mesmos extratos foram utilizados para a inibição do crescimento micelial de *Aspergillus flavus* os autores não obtiveram resultado significativo.

Outros trabalhos apontam que o ácido naftalenoacético, uma auxina sintética, nas concentrações de 1 a 200 $\mu\text{g L}^{-1}$, diminuem de forma significativa, *in vitro*, a taxa de crescimento micelial, o peso e número de escleródios *in vitro* de três isolados de *S. sclerotiorum*. A concentração de 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ reduziu em média 0,3 $\text{cm}^2 \text{dia}^{-1}$ a taxa de crescimento micelial, sendo que o efeito inibidor aumentou significativamente com o aumento da concentração do ácido naftalenoacético (AL-MASRI e BARAKAT, 2003).

A esporulação de *M. fructicola* variou de 1,00 a 1,87 e 1,22 a 2,17 esporos mL^{-1} no fornecimento de *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente (Figura 20A e 20B). Os extratos apresentaram diferença significativa para essa variável, sendo que a concentração de 0,4 mL L^{-1} apresentou os maiores valores de esporulação do fungo, incluindo o tratamento iprodione. Acredita-se que a maior concentração dos extratos *A. nodosum* e *E. maxima* possa ter possibilitado a formação de um ambiente favorável como, por exemplo, manutenção de condições de umidade e temperatura, que proporcionaram o desenvolvimento do fungo justificando a maior esporulação.

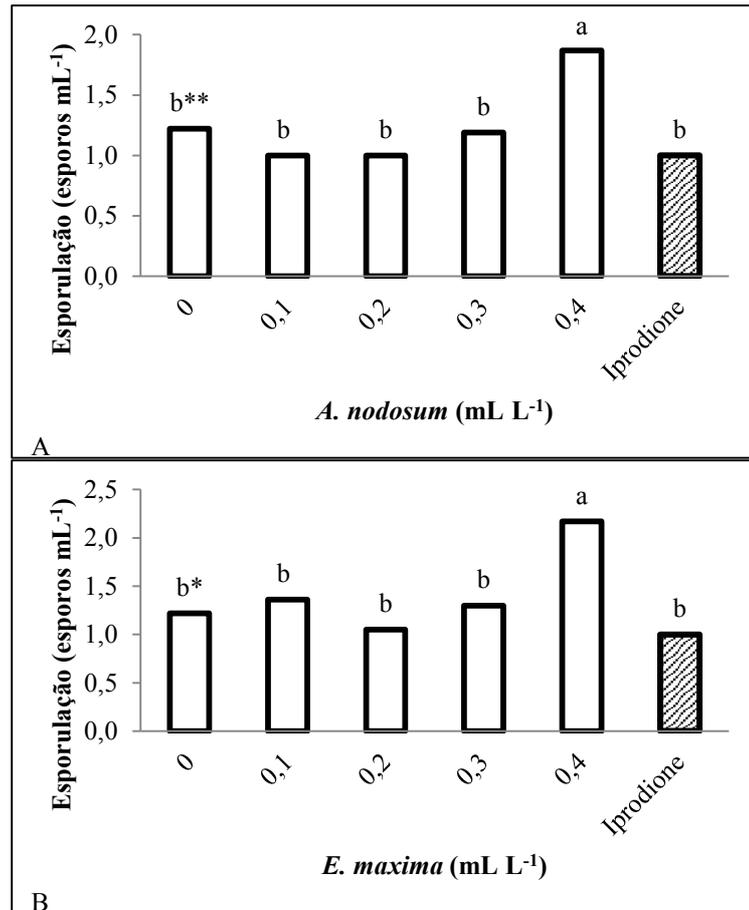


Figura 20: Esporulação *in vitro* do fungo *Monilinia fructicola* submetido a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100 L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013) (* e ** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível $p < 0,01$ e $p < 0,05$ pelo Teste de Scott-Knott, respectivamente) (CV%= 24,95 e 41,08 para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Os dados de controle e/ou inibição da esporulação de *M. fructicola* com o uso de extratos de algas ou fitohormônios são escassos. Porém, os extratos de algas têm sido empregados no controle alternativo de inúmeros agentes fitopatogênicos com resultados promissores na inibição do crescimento micelial dos fungos. Araujo (2014) utilizando extrato de *A. nodosum*, observou efeito inibitório sobre o crescimento de *Rhizoctonia solani*, com 42,25% de inibição. Paulert (2005) observou que extrato solúvel em metanol de *Ulva fasciata* inibiu significativamente o crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* do feijoeiro, porém, não inibiu a germinação dos conídios deste fungo. Abreu (2005) por sua vez, observou que extratos de outras algas como a *Bostrychia* sp., *Centroceras clavulatum*, *Codium* sp., *Enteromorpha* sp., *Gracilaria tepocensis*, *Hypnea spinella*, *Lithophyllum* sp., *Sargassum stenophyllum*, *Spartina juncea* inibiram a germinação de conídios de *C. lindemuthianum* e os extratos de *Bryothamnion triquetrum*, *Cheilosporum sagittatum*, *Codium isthmocladum*, *Enteromorpha lingulata*,

Petalonia sp., *Ulva fasciata*, *Ulva lactuca* estimularam a germinação de conídios deste fungo, indicando a variabilidade de resultados de acordo com cada alga utilizada.

4.2.1.2. Tratamentos pós-colheita de frutos de ameixas com extratos de algas para o controle *in vivo* de *M. fructicola*

A perda de massa dos frutos tratados com produtos à base de algas variaram de 58,8 a 30,7 e 48,54 a 30,7%, para *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente (Figura 21A e 21B). Houve diferença significativa dessa variável em função dos extratos, sendo menor a perda de massa de ameixas na concentração de 0,4 mL L⁻¹ de *A. nodosum*, estatisticamente igual ao tratamento iprodione. Enquanto, para *E. máxima*, a concentração de 0,2 mL L⁻¹ e o padrão de iprodione apresentaram os menores valores dessa variável.

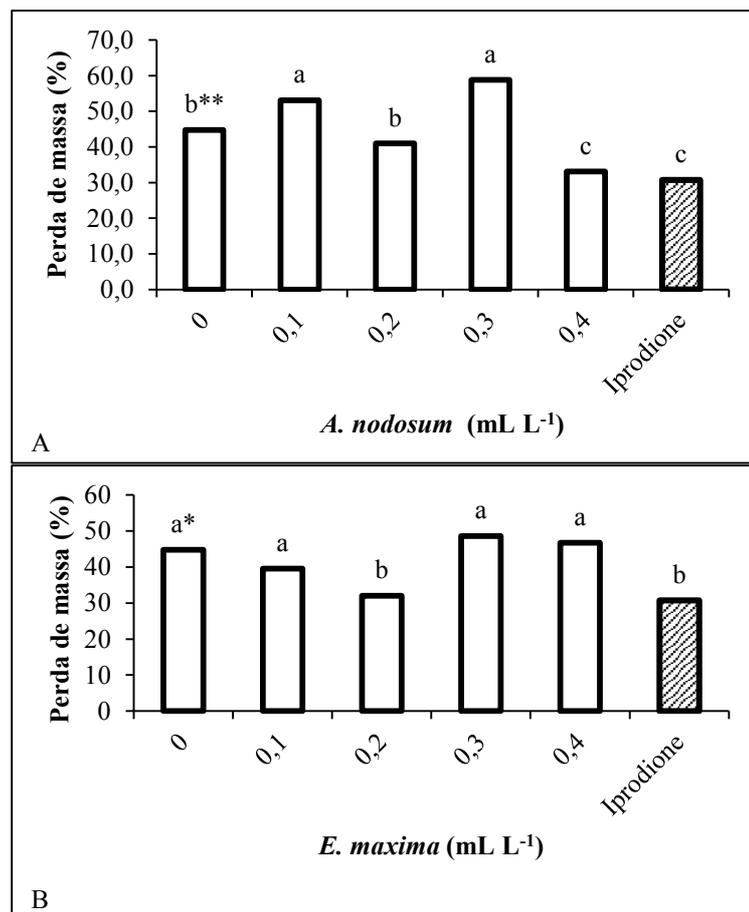


Figura 21: Perda de massa de frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculadas com *Monilinia fructicola* e submetidas a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100 L⁻¹, produto comercial Rovral®) aos 28 dias após o armazenamento. (Guarapuava-PR, 2013) (** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ pelo Teste de Scott-Knott) (CV%= 9,62 e 20,56% para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Como abordado na discussão do Experimento 1, poucos são os estudos sobre o efeito dos extratos de algas e reguladores vegetais na perda de massa de frutos e hortaliças. Entretanto, já se sabe que a perda de massa aumenta de maneira constante durante o período de armazenamento e aplicações de substâncias protetoras e que modifiquem a atmosfera em torno do fruto podem reduzir essas perdas.

Os altos valores de perda de massa que ocorrem nos frutos de ameixa podem ser justificados pelas condições de armazenamento, pois esses passaram de 0°C e 90% UR para as condições de ambiente (25°C e 50±10% UR), somado ao fato do ataque direto do patógeno, que afetou de maneira efetiva a perda de massa.

O comportamento da AACPID verificado pode ser explicado pelo ajuste de uma equação quadrática para a *A. nodosum* e linear para a *E. maxima*. De modo geral, as maiores concentrações de ambos os extratos apresentaram efeito de inibição da incidência da doença, com diminuição de 41,03 com *A. nodosum* e 26,90% com *E. maxima* em relação a testemunha. Ressalta-se que as maiores concentrações dos extratos igualaram-se ao tratamento padrão iprodione, apresentando os menores valores de AACPID (Figura 22A e 22B).

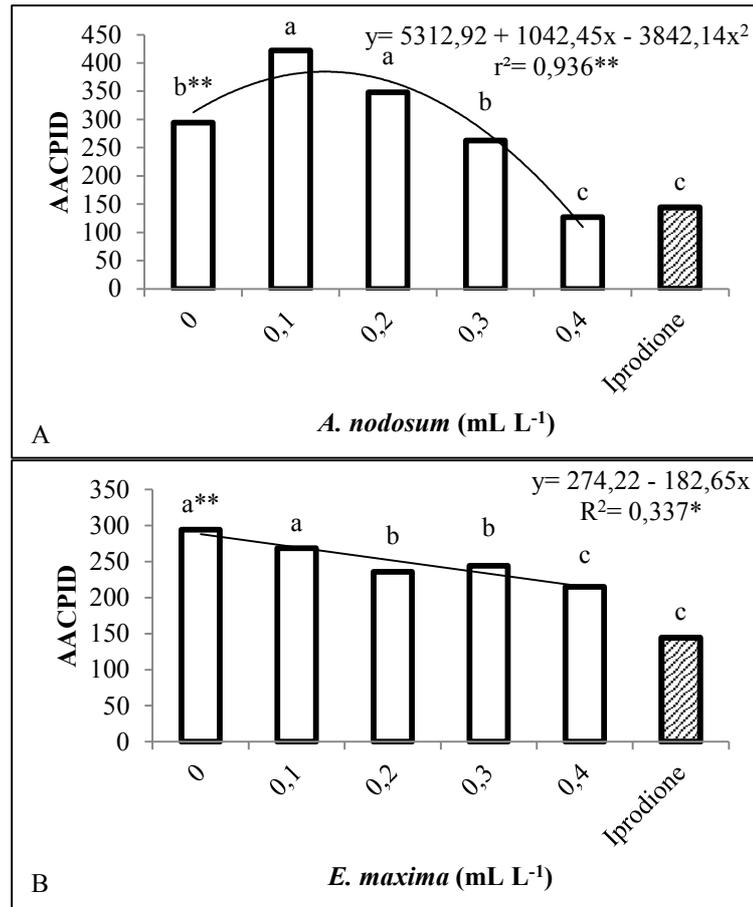


Figura 22: Área abaixo curva progresso da incidência doença (AACPID) de frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculadas com o fungo *Monilinia fructicola* submetidas a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013) (** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ pelo Teste de Scott-Knott) (CV %= 24,27 e 20,40 para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Favaro (2010) estudando o efeito de GA₃, verificou a redução da incidência do mofo cinzento em rosas ‘Avant Garde’ em pós-colheita, sendo que o efeito da aplicação do fitohormônio estava diretamente relacionada à sua concentração, a redução foi de 41, 40 e 54% para as concentrações de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de GA₃, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha.

Quanto à incidência de podridões nos cachos de uva ‘Niagara Rosada’, estudo de Tecchio et al. (2009), verificaram que, após 21 dias de armazenamento refrigerado, a utilização do ácido naftalenoacético (fitorhormônio presente nos extratos utilizados), um dia antes da colheita proporcionou diminuição linear da incidência de podridões nos cachos. De acordo com os autores, as concentrações de 0 e 150 mg L⁻¹ do ácido naftalenoacético apresentaram o desenvolvimento de 4,98 e 2,69% da doença, respectivamente..

As concentrações de *E. maxima* e o tratamento iprodione não apresentaram efeito significativo na AACPSD dos frutos de ameixa (Tabela 5).

Tabela 5. Área abaixo da curva do progresso da severidade da doença (AACPSD) de podridão-parda causada pelo fungo *Monilinia fructicola* em frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculadas e submetidas a concentrações do extrato de *Ecklonia maxima* ou Iprodione (75 g 100 L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013)

<i>E. maxima</i> (ml L ⁻¹)	AACPSD
0,0	236,99 ^{ns}
0,1	155,38
0,2	161,12
0,3	261,43
0,4	143,63
Iprodione	134,16
Média geral	182,12
CV(%)	35,79

^{ns}Não significativo ao nível de $p < 0,05$ pelo Teste de Scott-Knott.

Esses dados contrastam, em partes, com os dados obtidos por Yu et al. (2008), que avaliaram a influência do antagonista *Cryptococcus laurentii* e o ácido indol-3-acético, um regulador vegetal, na inibição da infecção por *B. cinerea* em frutos de maçã. Nos resultados do tratamento combinado entre essas duas substâncias na concentração de 20 µg mL⁻¹ teve maior efetividade na redução da podridão cinzenta em frutos com danos mecânicos do que quando o *C. laurentii* de aplicado de modo isolado. Ainda, de acordo com os autores, após 4 dias de incubação, a incidência da doença no tratamento combinante de *C. laurentii* com ácido indol-3-acético foi cerca de 18%, enquanto para o tratamento com *C. laurentii* isolado reduziu em 50%. Quando aplicado somente ácido indol-3-acético 24 horas antes da inoculação não houve atividade antifúngica direta contra a infecção por *B. cinerea*, entretanto, quando a aplicação foi realizada 48 h antes da inoculação do patógeno, ocorreu intensa diminuição da infecção.

Diferente do verificado para *E. máxima*, ocorreu efeito positivo na redução da AACPSD para a espécie *A. nodosum* (Figura 23). Ocorreu um comportamento quadrático em função das doses do extrato, sendo que a concentração de 0,4 mL L⁻¹ e tratamento padrão de iprodione foram estatisticamente iguais, apresentando os menores valores de AACPSD. Portanto a maior concentração de *A. nodosum* apresenta importante potencial na diminuição da severidade da doença nas condições estudadas, com redução média de 46,77% da AACPSD em comparação ao tratamento testemunha.

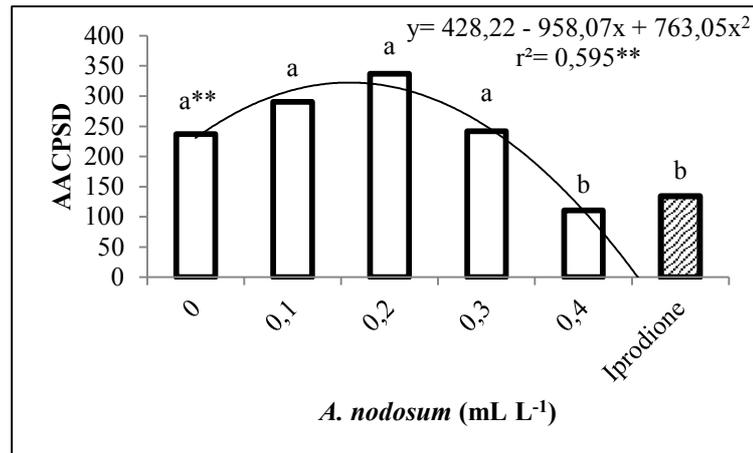


Figura 23: Área abaixo da curva do progresso da severidade doença (AACPSD) de frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculadas com *Monilinia fructicola* e submetidas a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* e Iprodione (75 g 100 L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013) (** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ pelo Teste de Scott-Knott a 1%) (CV%= 28, 44 para *Ascophyllum nodosum*)

Dados semelhantes ao do presente estudo foram obtidos por Jayaraj et al. (2008), que trabalharam com plantas de cenoura (*Daucus carota*) em ambiente protegido, pulverizadas com extrato de *A. nodosum* (0,2%) e ácido salicílico (100 mM) sendo os tratamentos realizados antes da inoculação com os fungos *Alternaria radicina* e *Botrytis cinerea* e reaplicados 10 e 20 dias após a inoculação. Os autores verificaram que com uma aplicação do tratamento de extratos de algas e ácido salicílico ocorreu redução do desenvolvimento da doença causada por *A. radicina* e *B. cinerea*. No entanto, após as reaplicações do extrato e ácido salicílico, a incidência da doença foi reduzida em maior escala, em 57% para a *A. radicina*, e 53,5% para *B. cinerea*. No estudo de Nesi et al. (2010) com cultivares de morangueiro com extrato de *A. nodosum*, não constataram efeito na AACPD da incidência e da severidade de *Mycosphaerella*, causada pelo fungo *Mycosphaerella fragariae*.

O índice de doença variou de 59,82 no tratamento testemunha para 33,33 e 40,27 em função da aplicação do extrato de *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente (Figura 24A e 24B), havendo efeito das concentrações somente para o extrato de *A. nodosum*. O comportamento dessa variável para a *A. nodosum* foi quadrático, com redução gradativa em relação às maiores concentrações do extrato, sendo que a concentração de 0,4 mL L⁻¹ não difere estatisticamente do tratamento padrão com iprodione. Contudo, para o extrato de *E. maxima* a concentração de 0,3 mL L⁻¹ não diferiu da testemunha.

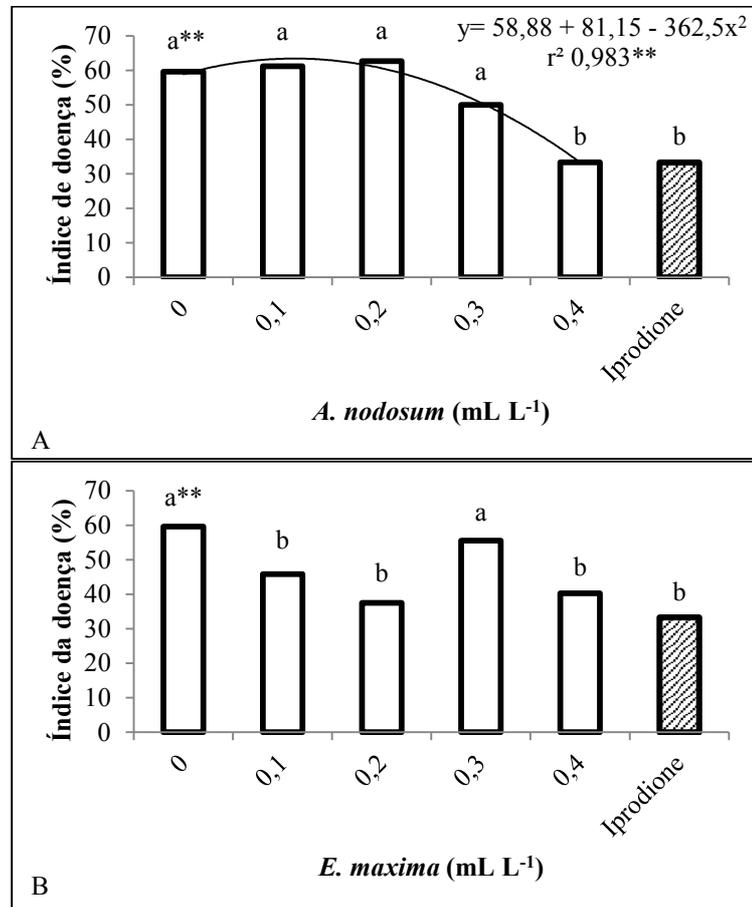


Figura 24: Índice de doença (%) de frutos de ameixa ‘Reubennel’ inoculadas com o fungo *Monilinia fructicola* submetidas a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100L⁻¹, produto comercial Rovral®). (Guarapuava-PR, 2013) (** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ pelo Teste de Scott-Knott) (CV %= 22,25 e 27,06 para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Favaro (2010) não constatou redução do índice de mofo-cinzento em rosas com fornecimento de GA₃ em pré-colheita de rosas. Porém, verificou redução da incidência da doença na pós-colheita, verificando também, que o GA₃ não alterou os atributos de qualidade das hastes das rosas.

A esporulação do fungo *M. fructicola* nos frutos tratados com extratos de algas diferiu estatisticamente da testemunha e do tratamento padrão na concentração de 0,1 mL L⁻¹ para o *A. nodosum* e nas concentrações de 0,1 a 0,3 mL L⁻¹ para *E. maxima* (Figura 25A e 25B). O comportamento da esporulação do fungo em função da aplicação do extrato de *E. maxima* pode

ser explicado pelo ajuste de uma equação quadrática, sendo que as menores doses apresentaram maior esporulação.

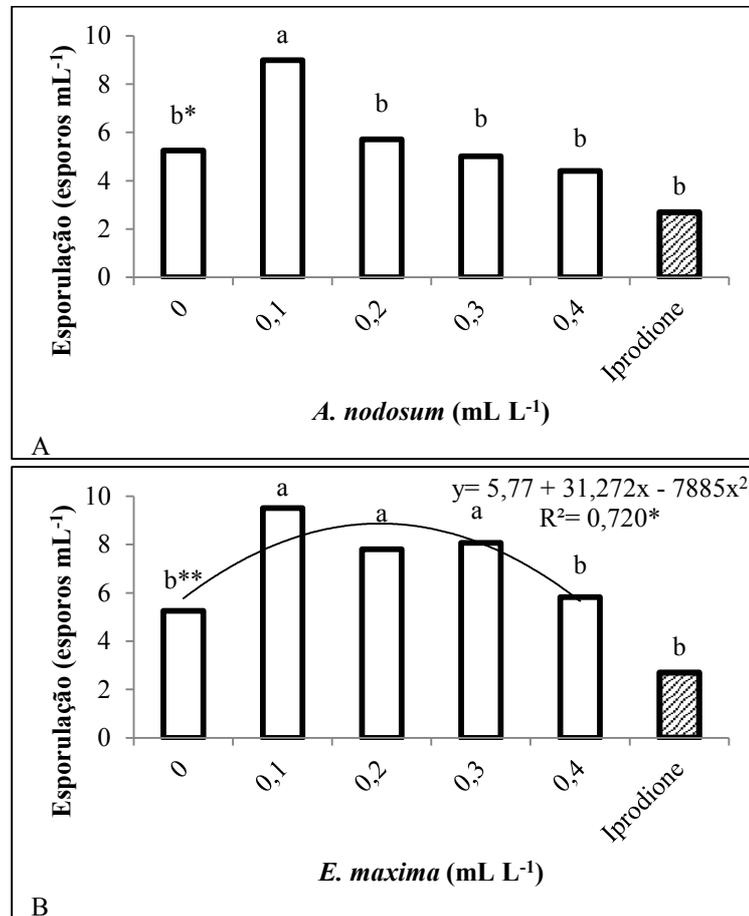


Figura 25: Esporulação do fungo *Monilia fructicola* em frutos de ameixa ‘Reubennel’ submetidas a concentrações do extrato de *Ascophyllum nodosum* (A), *Ecklonia maxima* (B) e Iprodione (75 g 100L⁻¹, produto comercial Rovral®) (Guarapuava-PR, 2013) (* e ** médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de $p < 0,01$ e $< 0,05$ pelo Teste de Scott-Knott) (CV % = 33,03 e 24,88 para *Ascophyllum nodosum* e *Ecklonia maxima*, respectivamente)

Provavelmente a composição dos extratos, em concentrações adequadas, ou seja, baixas, podem suprir os fungos com substâncias orgânicas e inorgânicas que favorecem o desenvolvimento desses micro-organismos. Somado ao fato das baixas concentrações não proporcionarem uma barreira efetiva contra a infecção do fungo ou ação antifúngica.

Apenas, as maiores concentrações dos extratos proporcionaram resposta similar ao tratamento testemunha e do padrão iprodione. Mattner et al. (2014) demonstraram que o extrato de algas marinhas não diluído, feito a partir da combinação das algas *Durvillaea potatorum* e *Ascophyllum nodosum* suprimiu o crescimento de escleródios de *Sclerotinia minor* em 90%, além de reduzir a severidade da doença em mudas de alface.

Jayaraj et al. (2008) constataram que o fornecimento do extrato de alga *A. nodosum* possibilitou a redução da severidade das doenças da cultura da cenoura, ocasionadas pelos fungos *Alternaria radicina* e *Botrytis cinerea*.

Com base nos resultados acima apresentados pode-se concluir que os extratos não apresentam efeito *in vitro* sobre o fungo *M. fructicola*, no entanto *in vivo* o extrato de *A. nodosum* mostrou-se promissor no controle do fitopatógeno, uma vez que a concentração de 0,4 mL L⁻¹ reduziu a perda de massa, a AACPID, a AACPSD e o índice de doença.

5. CONCLUSÕES

Os extratos de algas estudados apresentaram influência na qualidade de ameixas 'Irati' e 'Reubennel' e nas características do fungo *M. fructicola*, agente causal da podridão-parda, sobretudo as concentrações mais altas.

As cultivares apresentam resposta diferenciada quanto a aplicação dos extratos de algas. O extrato de *A. nodosum* mostrou-se eficiente em retardar a maturação, ao contrário disso, o extrato de *E. maxima* acelerou a maturação.

No teste *in vitro* e *in vivo*, os extratos não apresentaram efeito na diminuição do IVCN e esporulação da *M. fructicola*. Houve diminuição da AACPID em de 41,03 e 26,90%, para *A. nodosum* e *E. maxima*, respectivamente. A concentração de 0,4 mL L⁻¹ de *A. nodosum*, diminuiu, em média, 46,77% a AACPD em comparação com a testemunha, além disso, igualou-se ao tratamento padrão.

Tomando os resultados, em conjunto, conclui-se que os componentes orgânicos e inorgânicos presentes nos extratos de algas pesquisados induziram algumas alterações fisiológicas nos frutos de ameixa de ambas as cultivares, podendo alterar a pós-colheita, prolongando ou retardando a maturação das mesmas.

Indicam-se novos trabalhos com concentrações mais elevadas dos extratos, visando aumentar a porcentagem dos fitohormônios presentes nesses.

Além disso, trabalhos com a aplicação dos extratos em pré-colheita podem tornar-se objetivo de estudos futuros, uma vez que além de propiciarem resultados referentes à produção, podem afetar a vida pós-colheita de ameixas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, N.; HOLFORD, P.; MCGLASSON, W.B. Effects of harvest maturity on the storage life of Japanese-type plums. **Australian Journal of Experimental Agricultural**, Melbourne, v.37, p.391-397, 1997.
- ABREU, G.F. **Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005
- AGRICHEM. **Produtos**: Booster. Disponível em: <<http://www.agrichem.com.br/produtos8>>. Acesso em: 04 abr. de 2014.
- ALFENAS, A.C.; MAFRA, R.G. **Métodos em Fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007, 382p.
- AL-MASRI, M.I.; BARAKAT, R. Role of the auxin, naphthalene acetic acid (NAA) in the pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum*, causative organism of white mold disease. **Hebron University Research Journal**, Hebron, v.1, n.2, p.4-15, 2003.
- ALMEIDA, I.M.L.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Plant growth regulators on the pre-harvest period of 'Pêra' oranges. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.3, p.665-671, 2008.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. USA, Association of Analytical Communities, 1997.
- Araújo, J. M. Química de Alimentos: Teoria e Prática. 4. Ed. Viçosa: Editora UFV, 477p. 2008.
- ARAÚJO, J. A. M. **Nanopartículas, óleos essenciais e extratos vegetais no controle in vitro de fungos fitopatogênicos**. 2014. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2014.
- ARTHUR, G.D.; STIRK, W.A.; VAN STADEN, J. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v.69, p.207-211, 2003.
- BECKETT, R.P.; MATHEGKA, A.D.M.; VAN STADEN, J. Effect of seaweed concentrate on yield of nutrient-stressed tepary bean (*Phaseolus acutifolius* Gray). **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.6, p.429-430, 1994.
- BECKETT, R.P.; VAN STADEN, J. The effect of seaweed concentrate on the growth and yield of potassium stressed wheat. **Plant and Soil**, Crawley, v.116, p.29-36, 1989.
- BECKETT, R.P.; VAN STADEN, J. The effect of seaweed concentrate on the uptake of foliar-applied Cu, Mn and Zn by tomato seedlings. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v.56, p.389-392, 1990a.

BECKETT, R.P.; VAN STADEN, J. The effect of seaweed concentrate on the yield of nutrient stressed wheat. **Botanica Marina**, New York, v.33, p.147-152, 1990b.

BHARTIYA S.P.; THAKUR, D.R.; KAR, P.L. Effect of auxin, gibberelic acid and nu-spartin on anthocyanin and ascorbic acid in apple fruit cultivar starking-delicious. **Progressive Horticulture**, Uttarakhand, n.15, p.69-72, 1983.

BRACKMANN, A. et al. Indução da perda de massa fresca e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em maçãs 'Royal Gala' durante o armazenamento em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.32, n.2, p.87-92, 2007.

BRACKMANN, A.; MELLO, A.M.; FREITAS, S.T. Qualidade pós-colheita de caqui 'Kyoto', tratados com ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina em pré-colheita. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.9, p.48-55, 2002.

BRACKMANN, A.S.; STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H. Armazenamento de pêssego 'Chimarrita' em atmosfera controlada e sob absorção de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.431-435, 2003.

BRADY, C.J. Stone fruit. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. London, Chapman e Hall, p.379-404, 1993.

BRAVERMAN, J.B.S. **Introducción a la bioquímica de los alimentos**. México, Editorial El Manual Moderno, 1980. 358p.

BHOWMIK, S.R.; PAN, J.C. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. **Journal of Food Science**, v.57, n.4, p.948-953, 1992.

BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; VELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grapes seeds. **Journal of Food Engineering**, v.81, p.236-242, 2007.

CABRAL, I.S.R.; SHIRAHIGUE, L.D.; ARRUDA, L.F.; CARPES, S.T.; OETTERER, M. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante e antimicrobiano. **Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.29, n.2, p.181-192, 2011.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Monitoring epidemics: diseases. In: **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, J. Wiley, 1990, p.107-128.

CANDAN, A.P.; GRAELL, J.; LARRIGAUDIÈRE, C. Roles of climacteric ethylene in the development of chilling injury in plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.47, p.107-112, 2008.

CARVALHO, V.L.; DA CUNHA, R.L.; CLALFUN, N.N.J.; MOURA, P.H.A. Alternatives for postharvest control of brown rot and soft rot in peach fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.78-83, 2009.

CASTRO, L.A.S.; CAMPOS, A.D. Introdução. In: CASTRO, L.A.S. (Ed.). **Ameixa: perspectivas do cultivo**. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado, 2003, p.9-12. (Série Frutas do Brasil, 43).

CENCI, S.A.; CHITARRA, M.I.F. Controle da abscisão pós-colheita de uva 'Niagara' Rosada' *Vitis lambrusca* L. x *vinifera* L.: mecanismos decorrentes da aplicação de ANA e cálcio no campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, n.2, p.146-155, 1994.

CERETA, M. Qualidade do Pêssego (*Prunus persica* L. Batsch) cv. Eldorado sob armazenamento em atmosfera controlada. 1999. 41f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 1999.

CHAGAS, E.A.; PIO, R.; BARBOSA, W.; DALL'ORTO, F.A.C. **Aspectos técnicos do cultivo da ameixeira**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/ameixeira/index.htm>. Acesso em: 04 de abr. 2014.

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

CHOULIARAS, V.; TASIOULA, M.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; TSABOLATIDOU, E. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilion on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europea*) cultivar Koroneiki. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, p.984-988, 2009.

COLAPIETRA, M.; ALEXANDER, A. Effect of foliar fertilization on yield and quality of table grapes. **Acta Horticulturae**, Louven, v.721, p.213-218, 2006.

CRAIGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant Science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.23, p.371-393, 2011.

CRISOSTO, C.H.; CRISOSTO, G.M.; DAY, K.R. Market life update for peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. **Advances in Horticultural Science**, v.22, p.201-204, 2008.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D. Effects of controlled atmosphere on plums. **Central Valley Postharvest Newsletter**, v.17, n.2, p.4-6, 2008.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G.M.; BOWERMAN, E. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.34, p.237-244, 2004.

CRISOSTO, C.H.; PARKER, D. Handling preconditioned tree fruit at retail stores. **Central Valley Postharvest Newsletter**, v.12, p.5-6, 2003.

CROUCH, I.J.; SMITH, M.T.; VAN STADEN, J.; M.J. LEWIS, M.J.; HOAD, G.V. Identification of auxins in a commercial seaweed concentrate. **Journal of Plant Physiology**, v.139, n.5, p.590-594, 1992.

- CROUCH, I.J.; VAN STADEN, J. Evidence for rooting factors in a seaweed concentrate prepared from *Ecklonia maxima*. **Journal of Plant Physiology**, v.137, n.3, p.319-322, 1991.
- DEIKMAN, J.; HAMMER, P.E. Induction of anthocyanin accumulation by cytokinins in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiol**, Rockville, v.108, p.47-57, 1995.
- DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H.W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.135-145, 2002.
- DONOSO, G.C.; GALDAMES, J.O. **Efectos del grado de madurez, periodo de almacenaje y sistemas de embalaje sobre la calidad de ciruelas de exportacion**. Santiago do Chile, Convênio Corfo-Enafri, 1973, 150p. (Publicación Técnica 6).
- DOLINSKI, M.A. **Adubação nitrogenada e potássica na cultura da ameixeira 'Reubennel' na região de Araucária - PR**. 2007. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- DURAND, N.; BRIANT, X.; MEYER, C. The effect of marine bioactive substances (NPRO) and exogenous cytokinins on nitrate reductase activity in *Arabidopsis thaliana*. **Physiologia Plantarum**, Lund, v.119, p.489-493, 2003.
- EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS, 2006, 306p.
- EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **Normas técnicas para o cultivo de ameixeira em Santa Catarina**, Florianópolis, 1992, p.32. (EPAGRI, Sistemas de Produção, 220).
- EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S. A. **Avaliação decultivares para o Estado de Santa Catarina 2005/2006**. Florianópolis, 2005, p.159. (EPAGRI, Boletim Técnico, 127).
- Espin, J. C., Soler-Rivas, C., Wichers, H. J., & García-Viguera, C. A new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1588-1592, 2000.
- FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.especial, p.109-120, 2011.
- FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J.P. Interactive effects of 1-MCP and temperature on 'Elberta' peach quality. **HortScience**, v.37, p.134-138, 2002.
- FAN, D.D.; KANDASAMY, S.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Pre-harvest treatment of spinach with *Ascophyllum nodosum* extract improves post-harvest storage and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.170, p.70-74, 2014.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em 05 abr. 2014.

FAVARO, B.T. **Métodos alternativos no controle do mofo cinzento em rosas ‘Avant Garde’**. 2010. 80p. Dissertação (Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola), Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto agrônomo de Campinas, Campinas, 2010.

FERRI, V.C.; RINALDI, M.M.; SILVA, J.A.; LUCHETTA, L.; MARINI, L.; ROMBALDI, C.V. Ácido giberélico no retardamento da maturação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cultivar Fuyu. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.24, p.1-5, 2004.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.66-70, 2003.

GIL, M.I.; TOMA'S-BARBERA'N, F.A.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.50, p.4976–4982, 2002.

GONÇALVES, F.P.; MARTINS, M.C.; SILVA JUNIOR, G.J.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Postharvest control of brown rot and *Rhizopus* rot in plums and nectarines using carnauba wax. **Postharvest Biology and Technology**, v.58, p.211-217, 2010.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.84, p.415-422, 2004.

GUERRA, M.; CASQUERO, P.A. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.47, p.325-332, 2008.

GUPTA, S.; ABU-GHANNAM, N. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v.12, p.600-609, 2011.

HELBIG, V.E. **Maturação e tempo de armazenamento refrigerado na conservação de ameixas (*Prunus salicina* Lindl) cvs. Pluma 7 e Wade**. 1998. 63f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

HOECK, V.D.C.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. **Algae: a introduction to phycology**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995, p.623.

HOLB, I.J.; SCHNABEL, G. A detached fruit study on the post-inoculation activity of lime sulfur against brown rot of peach (*Monilinia fructicola*). **Australasian Plant Pathology**, v.37, n.5, p.454-459, 2008.

HOU, D.; YAN, C.; LIU, H.; GE, X.; XU, W.; TIAN, P. Berberine as a natural compound inhibits the development of brown rot fungus *Monilinia fructicola*. **Crop Protection**, Amsterdam, v.29, p.979-984, 2010.

HUSSAIN, P.R.; DAR, M.A.; WANI, A.M. Impact of radiation processing on quality during storage and post refrigeration decay of plum (*Prunus domestica* L.) cv. Santarozza. **Radiation Physics and Chemistry**, v.85, p.234-242, 2013.

JANISIEWICZ, W.J.; JURICK II, W.M.; VICO, I.; PETER, K.A.; COMPRADOR, J.S. Culturable bacteria from plum fruit surfaces and their potential for controlling brown rot after harvest. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.76, p.145-151, 2013.

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**, Dordrecht, v.23, p.353-361, 2011.

KARABULUT, O.A.; COHEN, L.; WIESS, B.; DAUS, A.; LURIE, S.; DROBY, S. Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonist. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, p.103-111, 2002.

KARACA, H.; PÉREZ-GAGO, M.B.; TABERNER, V.; PALOU, L. Evaluating food additives as antifungal agents against *Monilinia fructicola* *in vitro* and in hydroxypropyl methylcellulose-lipid composite edible coatings for plums. **International Journal of Food Microbiology**, v.179, p.72-79, 2014.

KARATAS, İ.; ÖZTÜRK, L.; ERŞAHİN, Y.; OKATAN, Y. Effects of auxin on photosynthetic pigments and some enzyme activities during dark-induced senescence of *Tropaeolum leaves*. **Pakistan Journal of Botany**, v.42, n.3, p.1881-1888, 2010.

KHAN, A.S.; SINGH, Z. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of 'Tegan Blue' plum. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.43, p.298-306, 2007.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.28, p.386-399, 2009.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.J. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 1997. 163p.

KOHATSU, D.S. **Efeitos de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão Rendilhado**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.

LARRIGAUDIÈRE, C.; CANDAN, A.P.; UBACH, D.; GRAELL, J. Physiological response of 'Larry Ann' plums to cold storage and 1-MCP treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.51, p.56-61, 2009.

LARSEN, H.; VANGDAL, E. Variation in ethylene production and respiration rate for Norwegian grown plums (*Prunus domestica* L.) in relation to packaging parameters. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.154, p.109-114, 2013.

LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LIGUORI, G.; WEKSLER, A.; ZUTAHI, Y.; LURIE, S.; KOSTO, I. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of melting flesh peaches and nectarines. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.263-268, 2004.

LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F. Reguladores vegetais na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.370-375, 2002.

LIU, W.T.; CHU, C.L.; ZHOU, T. Thymol and acetic acid vapors reduce postharvest brown rot of apricots and plums. **HortScience**, Alexandria, v.37, p.151-156, 2002.

LUO, Y.; MICHAILIDES, T.J. Threshold conditions that lead latent infection to prune fruit rot caused by *Monilinia fructicola*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.93, n.1, p.102-111, 2003.

LUO, Z.; CHEN, C.; XIE, J. Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.62, p.115-120, 2011.

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

MACKINNON, S.A.; CRAFT, C.A.; HILTZ, D.; UGARTE, R. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.22, p.489-494, 2010.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigours. **Crop Science**, Madison, v.2, p.176-177, 1962.

MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; TREPTOW, R.O.; SOUZA, E.L.; COUTINHO, E.F. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv.Reubennel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.373-378, 2005.

MANCUSO, S.; AZZARELLO, E.; MUGNAI, S.; BRIAND, X. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* Plants. **Advances in Horticultural Science**, Florence, v.20, p.156-161, 2006.

MANGANARIS, G.A.; VICENTE, A.R.; CRISOSTO, C.H. Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.3, n.9, p.1-10, 2008.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Decreto nº. 4.954, de 14 de Janeiro de 2004**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de jan. 2004. Seção 1, p.2.

MARI, M.; BERTOLINI, P.; PRATELLA, G.C. Non-conventional methods for control of post-harvest pear diseases. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v.94, p.761-766, 2003.

MARI, M.; MARTINI, C.; GUIDARELLI, M.; NERI, F. Postharvest biocontrol of *Monilinia laxa*, *Monilinia fructicola* and *Monilinia fructigena* on stone fruit by two *Aureobasidium pullulans* strains, **Biological Control**, v.60, p.132-140, 2012.

MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; VALERO, D. Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.). **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.135-142, 2003.

MARTINEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M.; GUILLEN, F.; VALERO, D. 1-methylcyclopropene increased storability in plum (*Prunus salicina* Lindl. cv. Golden Japan). **Acta horticulturae**, v.599, p.71-77, 2003.

MARTINS, M.C.; BETTI, J.A.; LEITE, R.C.; LEITE JUNIOR, R.P.; AMORIM, L. Doenças das rosáceas de caroço. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo, Ceres, v.2, p.545-557, 2005.

MAY DE MIO, L.L.; GARRIDO, L.; UENO, B. Doenças de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B.; MAY DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.; CUQUEL, F.L. (Eds.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**, Curitiba, UFPR, p.169-221. 2004.

MATTNER, S. W.; VILLALTA, O. N.; WITE, D.; PORTER, I. J.; ARIOLI, T. *In vitro* suppression of *Sclerotinia minor* by a seaweed extract from *Durvillaea potatorum* and *Ascophyllum nodosum*. **Australasian Plant Dis. Notes** (2014) 9:137

MENNITI, A.M.; GREGORI, R.; DONATI, I. 1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. **Postharvest Biology and Technology**, v.31, p.269-275, 2004.

MERCIER, J.; JIMENEZ, J.I. Control of fungal decay of apples and peaches by the biofumigant fungus *Muscodor albus*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.31, p.1-8, 2004.

MICROQUÍMICA. **Produtos:** Algamare. Disponível em: <http://www.microquimica.com/site/prod_algamare.htm. Acesso em: 04 abr. 2014.

MILLER, G.H. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Annals of Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p. 426-429, 1959.

MINAS, I.S.; CRISOSTO, G.M.; HOLCROFT, D.; VASILAKAKIS, M.; CRISOSTO, C.H. Postharvest handling of plums (*Prunus salicina* Lindl.) at 10°C to save energy and preserve fruit quality using an innovative application system of 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.76, p.1-9, 2013.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation.** Japão, 1994, 49 p.

MITCHAM, E.J.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. **Plum: recommendations for maintaining postharvest quality.** Department of Plant Sciences, University of California, Davis, 1996.

NAVA, A.G.; BRACKMANN, A. Armazenamento de pêsegos (*Prunus pérsica* (L.) Batsch), cv. Chiripá, em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.328-332, 2002.

NELSON, W.R.; VAN STADEN, J. The effect of seaweed concentrate on growth of nutrient-stressed greenhouse cucumbers. **Hortscience**, Alexandria, v.19, p.81-82, 1984.

NESI, C.N.; KUHN, T.M.A.; ARAUJO, E.S.; MÓGOR, A.F.; MAY-DE MIO, L.L. Avaliação de extrato de algas no progresso temporal da mancha de mycosphaerella em cultivares de morangueiro. **Revista Ceres**, v.60, n.1, p.38-42, 2010.

NORRIE, J.; HILTZ, D.A. Agricultural applications using *Ascophyllum* seaweed products. **Agro-Food Industry Hi-Tech**, v.2, p.15-18, 1999.

NORRIE, J.; KEATHILEY, J.P. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson Seedless' grape production. **Acta Horticulturae**, Louven, v.727, p.243-245, 2006.

OLIVEIRA, J.A. Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, p.42-47. 1992.

PALOU, L.; CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; BASINAL, L.M. Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruit and table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.27, p.243-254, 2003.

PALOU, L.; CRISOSTO, C.H.; SMILANICK, J.L.; ADASKAVEG, J.E.; ZOFFOLI, J.P. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, p.39-48, 2002.

PAPENFUS, H.B.; KULKARNI, M.G.; STIRK, W.A.; FINNIE, J.F.; VAN STADEN, J. Effect of a commercial seaweed extract (Kelpak[®]) and polyamines on nutrient-deprived (N, P and K) okra seedlings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.151, p.142-146, 2013.

PAULERT, R. **Atividade antimicrobiana e controle da antracnose do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando polissacarídeo e extratos da macroalga marinha *Ulva fasciata*.**, 2005. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Florianópolis, 2005.

PECH, J.C. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE. 2002, Murcia. **Anais**.

PEDRO, A.M.K.; FERREIRA, M.M.C. Non-destructive determination of solids and carotenoids in tomato products by near infrared spectroscopy and multivariate calibration. **Analytical Chemistry**, Washington, v.77, n.8, p.2505-2511, 2005.

PEGORARO, C.; ZANUZO, M.R.; CHAVES, F.C.; BRACKMANN, A.; GIRARDI, C.L.; LUCCHETTA, L.; NORA, L.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Physiological and molecular changes associated with prevention of woolliness in peach following pre-harvest application of gibberellic acid. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.57, p.19-26, 2010.

PEREIRA, M.C.T.; SANTOS, R.K.A.; NIETSCHKE, S.; MIZOBUTSI, G.P.; SANTOS, E.F. Doses de ácido giberélico na frutificação efetiva e qualidade de frutos de atemoieira 'Gefner'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, p.184-191, 2004.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M.G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.3, n.4, p.146-152, 2012.

PERES, J. C. F.; CARVALHO, L. R.; GONÇALVES, E.; BERIANL, L. O. S.; FELICIO, J. D. Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 294-299, maio/jun., 2012

PÉREZ-MARÍN, D.; PAZ, P.; GUERRERO, J.E.; GARRIDO-VARO, A.; SÁNCHEZ, M.T. Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. **Journal of Food Engineering**, v.99, p.294-302, 2010.

PÉREZ-VICENTE, A.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CARBONELL, A.; SERRANO, M.; RIQUELME, F.; GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p.25-32, 2002.

PIRES, E.J.P.; BOTELHO, R.B.; TERRA, M.M. Efeitos do CPPU e do ácido giberélico nas características dos cachos da uva de mesa 'Centennial Seedless'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.305-31, 2003.

PLICH, H. Ethylene production and storage potential in 'Cacanska najbolja' plums. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v.14, p.229-236, 2006.

RAMALHO, A.S.T.M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

RAMIREZ-TORTOSA, C.; ANDERSEN, O. M.; GARDNER, P. T.; MORRICE, P. C.; WOOD, S. G.; DUTHIE, S. J.; COLLINS, A. R.; DUTHIE, G. G. Anthocyanin-rich extract decreases indices of lipid peroxidation and DNA damage in vitamin e-depleted rats. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 31, n. 9, p. 1033-1037, 2001.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 2007, p.830.

RAYIRATH, P.; BENKEL, B.; HODGES, D.M.; ALLAN-WOJTAS, P.; MACKINNON, S.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Lipophilic components of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, enhance freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Planta**, v.230, p.135-147, 2009.

RAYORATH, P.; KRAN, W.; PALANISAMY, R.; MACKINNON, S.L.; STEFANOVA, R.; HANKINS, S.D.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA₃) independent amylase activity in barley. **Journal of Plant Growth Regulation**, Secaucus, v.27, p.370-379, 2008a.

RAYORATH, P.; NARAYANAN, J.M.; FARID, A.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; HANKINS, S.; 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.). **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.20, p.423-429, 2008b.

RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B.; SAGGIN JÚNIOR, O.J. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.206-212, 2004.

RIOUX, L.E.; TURGEON, S.L.; BEAULIEU, M. Characterization of polysaccharides extracted from brown seaweeds. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v.69, p.530-537, 2007.

SARTORI, A.I.; SALVATI, GUERRA, D.S.; MARODIN, G.A.B. Aplicação de auxinas e incisão anelar em pessegueiros cv. Sentinela. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.247-253, 2003.

SARTORI, I.A.; GUERRA, D.S.; MARODIN, G.A.B.; SOUZA, P.V. Defeito da incisão anelar, auxinas e citocinina sobre a qualidade e a maturação dos frutos de pessegueiro cv. 'Diamante'. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.7, n.2, p.245, 2001.

SERRANO, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, v.34, p.155-167, 2004.

SHAMA, G. Process challenges in applying low doses of ultraviolet light to fresh produce for eliciting beneficial hormetic responses. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, p.1-8, 2007.

SHARMA, R.S.S.R.; PAL, R.K.; JHALEGAR, M.J.; DHIMAN, M.J.S.M.S.R. Ethylene absorbents influence fruit firmness and activity of enzymes involved in fruit softening of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindell) cv. Santa Rosa. **Fruits**, v.67, p.257-266, 2012.

SINGHA, S.P.; SINGHA, Z.; SWINNYB, E.E. Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.53, p.101-108, 2009.

SKOG, L.J.; SCHAEFER, B.H.; SMITH, P.G. Effect of ripeness at harvest on response of plum to treatment with 1-methylcyclopropene. **Acta horticulturae**, v.599, p.49-52, 2003.

SOUZA, D.C.; FAZZA, A.C.; CAMARGO, L. A.; MAY DE MIO, L.L.; ANGELI, S.S.; AMORIM, L. First report of *Monilinia laxa* causing brown rot in peaches in Brazil. **Phytopathology**, Saint Paul, v.98, p.148, 2009.

STEFANNS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; ALVES, E.O.; TANAKA, H.; BRACKMANN, A.; BOTH, V. Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2439-2444, 2009.

STEINBERG, E. **Ameixa**. São Paulo, Nobel, p.64, 1990.

STIRK, W.A.; LOURENS, A.G.; NOVÁK, O.; STRNAD, M.; STADEN, J.V. Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.16, p.31-39, 2004.

SUBRAMANIAN, S.; SANGHA, J.S.; GRAY, B.A.; SINGH, R.P.; HILTZ, D.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Extracts of the marine brown macroalga, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato* DC 3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.131, p.237-248, 2011.

TAHIR, I.I.; OLSSON, M.E. Quality and storability of five plum cultivars (*Prunus domestica* L.) related to harvest date and ultra low oxygen atmosphere storage. **Acta horticulturae**, Louven, v.876, p.109-114, 2010.

TARAKHOVSKAYA, E.R.; MASLOV, Y.I.; SHISHOVA, M.F. Phytohormones in algae. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscow, v.54, p.163-170, 2007.

TAYLOR, M.A.; JACOBS, G.; RABE, E.; DODD, M.C. Physiological factors associated with over-ripeness, internal breakdown and gel breakdown in plums stored at two temperatures. **Journal Horticulturae Scientia**, Amsterdam, v.68, p.825-830, 1993.

TECCHIO, M.A.; TERRA, M.M.; CIA, P.; PAIOLI-PIRES, E.J.; MOURA, M.F.; SANCHE, J.; BENATO, E.A.; HERNANDES, J.L.; VALENTINI, S.R.T.; SIGRIST, J.M.M. Efeito do ácido naftalenoacético e do cloreto de cálcio na redução das perdas pós-colheita em uva 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, p.53-61, 2009.

TEIXEIRA, N.T. **Maior enraizamento do tomate é conseguido com algas marinhas**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/antiores/201301/index.php?referencia=VoceTemQueSaber01#>>. Acesso em 17 abr. 2014.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.32, p.235-245, 2004.

TROELL, M.; ANDERSSON, D.R.; ANDERSON, R.J.; BOLTON, J.J.; MANEVELDT, G.; HALLING, C.; PROBYN, T. Abalone farming in South Africa: an overview with perspectives on kelp resources, abalone feed, potential for on-farm seaweed production and socio-economic importance. **Aquaculture Research**, v.257, p.266-281, 2006.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. London, Chapman & Hall, 1993, p.2-51.

UGARTE, R.A.; SHARP, G.; MOORE, B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.18, p.351-359, 2006.

USENIK, V.; STAMPAR, F.; KASTELEC, D. Indicators of plum maturity: when do plums become tasty? **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.167, p.127-134, 2014.

VALERO, D.; MARTINEZ-ROMERO, D.; VALVERDE, J.M.; GUILLEN, F.; SERRANO, M. Quality improvement and extension of shelf life by 1-methylcyclopropene in plum as affected by ripening stage at harvest. **Pulsed Electric Fields Technology for the Food Industry Food Engineering Series**, v.4, p.339-348, 2003.

WAGNER JÚNIOR, A.; RASEIRA, M.C.B.; PIEROBOM, C.R.; FORTES, J.F.; SILVA, J.B. Peach flower reaction to inoculation with *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey. **Journal of the Pomological Society**, v.59, n.3, p.141-147, 2005a.

WAGNER JÚNIOR, A.; RASEIRA, M.C.B.; PIEROBOM, C.R.; FORTES, J.F.; SILVA, J.B. Non-correlation of flower and fruit resistance to brown rot (*Monilinia fructicola* (Wint.) Honey)

among 27 peach cultivars and selections. **Journal of the American Pomological Society**, v.59, n.3, p.148-152, 2005b.

WANG, L.; VESTRHEIM, S. Controlled atmosphere storage of Norwegian grown plums (*Prunus domestica* L.). **Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soils and Plant Sciences**, v.53, p.33-37, 2003.

WEINBERGER, J.H. Plums. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Eds.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette, Purdue University, p.336-347, 1975.

WHITTAKER, R.H.; MARGULIS, L. Protist classification and the kingdoms of organisms. **BioSystems**, v.10, p.3-18, 1978.

YANEZ-MENDIZABAL, V.; USALL, J.; VINAS, I.; CASALS, C.; MARIN, S.; SOLSONA, C.; TEIXIDO, N. Potential of a new strain of *Bacillus subtilis* CPA-8 to control the major postharvest diseases of fruit. **Biocontrol Science and Technology**, v.21, p.409-426, 2011.

YU, T.; ZHANG, H.; LI, X.; ZHENG, X. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in apple fruit by *Cryptococcus laurentii* and indole-3-acetic acid. **Biological Control**, Orlando, v.46, n.2, p.171-177, 2008.

ZHANG, D.; SPADARO, D.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M.L. Selection and evaluation of new antagonists for their efficacy against postharvest brown rot of peaches, **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.55, p.174-181, 2010.

ZHANG, X.; ERVIN, E.H. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. **Crop Science**, Madison, v.44, p.1-10, 2004.

ZHANG, X.; ERVIN, E.H. Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. **Crop Science**, Madison, v.48, p.364-370, 2008.