

# ARTUR BATISTA DE OLIVEIRA ROCHA

# EFEITOS DA RADIAÇÃO UV-C E DA LUZ FLUORESCENTE NO CONTROLE FITOSSANITÁRIO E NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM BATATA-SEMENTE APÓS A COLHEITA

CAMPINAS,



# ARTUR BATISTA DE OLIVEIRA ROCHA

# EFEITOS DA RADIAÇÃO UV-C E DA LUZ FLUORESCENTE NO CONTROLE FITOSSANITÁRIO E NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM BATATA-SEMENTE APÓS A COLHEITA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, na área de Tecnologia Pós-Colheita.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA PELO ALUNO ARTUR BATISTA DE OLIVEIRA ROCHA E ORIENTADA PELO PROF. DR. SYLVIO LUIS HONÓRIO.

# Orientador: Dr. Sylvio Luis Honório

**Coorientador: Dr. Claudio Luiz Messias** 

CAMPINAS,

#### Ficha catalográfica Universidade Estadual de Campinas Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura Elizangela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

 Rocha, Artur Batista de Oliveira, 1982-Efeitos da radiação UV-C e da luz fluorescente no controle fitossanotário e na indução de resistência em batata-semente após a colheita / Artur Batista de Oliveira Rocha. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.
Orientador: Sylvio Luis Honório. Coorientador: Claudio Luiz Messias. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.
1. Radiação ultravioleta. 2. Luz. 3. Colheita. 4. Batata - Semente. I. Honório, Sylvio Luis,1950-. II. Messias, Claudio Luiz,1947-. III. Universidade Estadual de

Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Effects of UV-C radiation and fluorescent light to phytosanitary control and plant resistance induction on seed potatoes after the harvest Palavras-chave em inglês: Ultraviolet radiation Light Harvest Potato - Seed Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola Banca examinadora: Sylvio Luis Honório [Orientador] Dráuzio Eduardo Naretto Rangel José Otávio Machado Menten David Mendez Soares Inácio Maria Dal Fabbro Data de defesa: 24-02-2015 Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

Prof. Dr. Sylvio Luis Honório - Presidente e Orientador Feagri/Unicamp Prof. Dr. Dráuzio Eduardo Naretto Rangel - Membro Titular UniVap Prof. Dr. José Otávio Machado Menten - Membro Titular Esalq/USP-Prof. Dr. David Mendez Soares - Membro Titular IFGW/Unicamp la Prof. Dr. Inácio Maria Dal Fabbro - Membro Titular Feagri/Unicamp

Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Artur Batista de Oliveira Rocha**, aprovada pela Comissão Julgadora em 24 de fevereiro de 2015, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

## RESUMO

O cultivo da batateira (Solanum tuberosum L.) apresenta problemas fitossanitários decorrentes do ataque de pragas e doenças, o que acarreta altos cultos de produção. As principais doenças póscolheita em batata-semente são: podridão seca (agente causal: Fusarium solani), rhizoctoniose (agente causal: Rhizoctonia solani) e podridão mole (agente causal: Pectobacterium carotovorum subsp. *carotovorum*). Os principais glicoalcaloides presentes na batata são a  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ solanina, os quais possuem propriedades antimicrobianas e podem ser estimulados por diversos fatores, com destaque para a luz. O objetivo desta pesquisa foi investigar a aplicação da radiação ultravioleta UV-C e da luz fluorescente no controle dos patógenos Fusarium solani, Rhizoctonia solani e Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum nas cultivares Ágata, Atlantic e Monalisa de batata-semente após a colheita. A pesquisa foi realizada em duas etapas: (I) avaliouse in vitro o efeito da radiação UV-C no desenvolvimento das colônias de F. solani e de R. solani e na germinação dos conídios de F. solani. In vivo avaliou-se o efeito da radiação UV-C e da luz fluorescente na severidade e na incidência de podridão seca e de rhizoctoniose na brotação, na perda de massa e no teor de sólidos solúveis em batata-semente 'Agata' e 'Atlantic'; (II): avaliouse *in vitro* o efeito da radiação UV-C no desenvolvimento das colônias de *P. carotovorum* subsp. carotovorum. In vivo avaliou-se o efeito da radiação UV-C e da luz fluorescente na severidade e na incidência da podridão mole, na concentração de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina, na brotação, na perda de massa e no teor de sólidos solúveis em batata-semente 'Agata' e 'Monalisa'. A exposição de F. solani e R. solani a uma densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> de radiação UV-C diminui o desenvolvimento das colônias desses fungos para estudos in vitro. Para a germinação de conídios de *F. solani* foi exposta a uma densidade de energia de 52,8 kJ.m<sup>-2</sup> de radiação UV-C. Além disso, a luz fluorescente foi mais eficaz do que a radiação UV-C para o controle da podridão seca e da rhizoctoniose, sem afetar a brotação. A exposição de *P. carotovorum subsp. carotovorum* na densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> de radiação UV-C inibiu o desenvolvimento das colônias para estudos *in vitro*. A luz fluorescente foi mais eficaz do que a radiação UV-C para controle da podridão mole em tubérculos de batata, assim como, estimulou a síntese de glicoalcaloides. O controle da podridão mole em tubérculos de batata está relacionado a maior concentração de  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina, especialmente na periderme. Os teores de  $\alpha$ -chaconina (11,6 a 26,0 mg.kg<sup>-1</sup>P.F.) e  $\alpha$ -solanina (11,4 a 25,1 mg.kg<sup>-1</sup>P.F.) mostraram-se eficazes para o controle da podridão mole. Além disso, a brotação não foi afetada de forma adversa.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* (L.); radiação UV-C; luz fluorescente; *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*; α-chaconina; α-solanina.

# ABSTRACT

The cultivation of potato (Solanum tuberosum L.) in the tropics suffers the attack of pests and diseases, burdening the cost of production. The main postharvest diseases in potato seeds are the dry rot (pathogen: Fusarium solani), black scab (pathogen: Rhizoctonia solani) and wet rot (pathogen: Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum. The efficiency of UV-C against a wide variety of microorganisms has been reported and there is interest in applying for seed disinfection. Potato plants contain glycoalkaloids being  $\alpha$ -chaconine and  $\alpha$ -solanine the main ones. The accumulation of these glycoalkaloids can be stimulated by several factors, especially light, having them important antimicrobial properties. The aim of this research was to evaluate the the postharvest application of ultraviolet (UV-C) radiation and the fluorescent light to control the pathogens: F. solani, R. solani, and P. carotovorum subsp. carotovorum on 'Agata', 'Atlantic', and 'Monalisa' potato seeds. The research was conducted in two stages: (I) the evaluation in vitro of the effect of UV-C radiation on the growth of F. solani and R. solani colonies and F. solani conidias germination and the in vivo effect of UV-C radiation and fluorescent light on dry rot and black scab severity and incidence, mass loss and soluble solids content on 'Agata' and 'Atlantic' and (II) the evaluation in vitro of the effect of UV-C radiation on P. carotovorum subsp. carotovorum colonies and was reported in vivo the effect of UV-C radiation and the fluorescent light on the severity and incidence of wet rot,  $\alpha$ -chaconine and  $\alpha$ solanine, concentration, tuber sprouting, weight loss and soluble solids on 'Agata' and 'Monalisa'. Exposure of R. solani and F. solani at an energy density of 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> of UV-C radiation decreases the development of fungi colonies in vitro. Energy density of 52,8 kJ.m<sup>-2</sup> inhibited the F. solani conidias germination. Moreover the fluorescent light was more effective than UV-C radiation to control dry root and black scab, without affecting the sprouting. The in *vivo* experiments showed that treated and untreated. UV-C tubers stored under fluorescent light were more effective to control soft rot than the UV-C treated tubers and stored under darkness. Control tubers under fluorescent light, UV-C treated under darkness, and UV-C treated under fluorescent light showed an increased concentration of  $\alpha$ -chaconine (11,6 to 26,0 mg.kg<sup>-1</sup>F.W.) and  $\alpha$ -solanine (11,4 a 25,1 mg.kg<sup>-1</sup>F.W.) for both cultivars.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* (L.), UV-C radiation, fluorescent light; *Fusarium solani*; *Rhizoctonia solani*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*; α-chaconine, α-solanine.

# SUMÁRIO

RESUMO vii		
ABSTRACTix		
LISTA DE FIGURAS		
LISTA DE TABELASxix		
1. INTRODUÇÃO1		
2. OBJETIVOS		
2.1 Objetivo geral		
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA		
3.1 Cultivares de batata		
3.2 Principais aspectos da fisiologia pós-colheita de batata-semente		
3.3 Principais doenças pós-colheita em batata-semente		
3.3.1 Podridão seca		
3.3.2 Rhizoctoniose		
3.3.3 Podridão mole		
3.4 Mecanismos de defesa em plantas10		
3.4.1 Síntese de $\alpha$ -chaconina e $\alpha$ -solanina nos tubérculos de batata12		
3.5 Radiação ultravioleta C (UV-C)14		
4. MATERIAL E MÉTODOS		
4.1 Ensaio I17		
4.1.1 Cultivares de batata-semente		
4.1.2 Isolados de fungo17		
4.1.3 Sanitização dos tubérculos de batata17		
4.1.5 Equipamento de radiação UV-C18		
4.1.6 Análise in vitro		
4.1.7 Análises in vivo		
4.1.7.1 Inoculação e mensuração da severidade e da incidência de podridão seca e rhizoctoniose20		
4.1.7.2 Brotação		
4.1.7.3 Perda de massa20		
4.1.7.4 Sólidos solúveis21		

4.2	Ensaio II	21
	4.2.1 Cultivares de batata-semente	21
	4.2.2 Isolado de bactéria	22
	4.2.3 Sanitização dos tubérculos de batata	22
	4.2.4 Equipamento de radiação UV-C	22
	4.2.6 Análises in vivo	23
	4.2.6.1 Inoculação e mensuração da severidade e da incidência de podridão úmida	24
	4.2.6.2 Concentração de α-chaconina e de α-solanina	24
	4.2.6.3 Brotação	25
	4.2.6.4 Perda de massa	25
	4.2.6.5 Teor de sólidos solúveis	26
	4.2.7 Delineamento experimental	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1	5.1 Ensaio I	
	5.1.2.1 Mensuração da severidade e da incidência de podridão seca e rhizoctoniose	29
	Verificou-se que a radiação UV-C não controlou a podridão seca e a rhizoctoniose nos tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic'. Entretanto, a luz fluorecente mostrou-se mais eficaz para a menor sveridade e incidência de podridão seca e rhizoctoniose em tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic'.	; 33
	5.1.2.2 Brotação	33
	5.1.2.3 Perda de massa	34
	5.1.2.4 Teor de sólidos solúveis	35
5.2	Ensaio II	37
	5.2.2.1 Severidade e incidência da podridão mole	37
	5.2.2.2 Concentração de α-chaconina e de α-solanina	39
	5.2.2.3 Brotação	42
	5.2.2.4 Perda de massa	43
	5.2.2.5 Teor de sólidos solúveis	44
6.	CONCLUSÕES	46
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

# DEDICATÓRIA

A Deus por sempre iluminar o meu caminho e me dar força. A minha mãe pelo amor, carinho e incentivo nos estudos.

#### AGRADECIMENTOS

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de Doutorado no Brasil e na Espanha;

- À Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), pela oportunidade de realizar meu Doutorado;

- Ao meu orientador Dr. Sylvio Luis Honório pela orientação e pelos ensinamentos valiosos na área de pós-colheita;

- Ao meu coorientador Dr. Claudio Luiz Messias pela coorientação e pelos ensinamentos valiosos na área de microbiologia;

 - Ao Grupo Postrecolección y Refrigeración (GPR), da Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), por permitir que realizasse parte do meu doutorado na Espanha;

- À Dr<sup>a</sup>. Perla Gomez Di Marco pela orientação, ensinamentos e amizade na UPCT;

- À minha querida amiga e irmã, Renata Berenguel Guilhen, pela amizade, pelos ensinamentos em fitopatologia e também por ceder gentilmente os isolados de *Fusarium solani* e de *Rhizoctonia solani* oriundos da micoteca, do Centro de Fitossanidade do Instituto Agronômico de Campinas;

- À minha querida amiga Dr<sup>a</sup>. Stella Maria Januária Vieira pela amizade, pelo incentivo de realizar parte do meu doutorado na Espanha e pelos ensinamentos sobre o uso da radiação UV-C;

xv

 - Ao produtor Pedro Cândido Rytsi Hayashi, do Sítio Boa Vista (Vargem Grande Sul – SP), por ceder gentilmente os tubérculos de batata-semente;

- A Giovani Brota, do Laboratório de Saneamento da Feagri, e ao professor Dr. Davi Mendez Soares, do Instituto de Física da Unicamp, por cederem gentilmente os seus microscópios para análises;

- A todos os funcionários da pós-graduação e do laboratório de pós-colheita da Feagri, que me ajudaram tanto nas documentações e também nos experimentos;

Aos funcionários da Universidad Politécnica de Cartagena: María José Roca Hernández,
Mariano Otón e Vicente Muñoz Martínez pelo auxílio nas análises de cromatografia;

-Aos amigos da pós-graduação, Audirene, Gabriel, Mariana e Mauro pelas conversas, pelo incentivo e pelos momentos de descontração;

- Aos amigos feitos na Espanha: Francisco, José, Maria Elisa, Raquel, Rosa e Vicenta pelo acolhimento, pelo incentivo e pelos momentos de descontração.

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Botânica da planta de batata01
<b>FIGURA 2.</b> Estrutura dos glicoalcaloides $\alpha$ -solanina e $\alpha$ -chaconina
<b>FIGURA 3.</b> Perda de massa (%) em batata-semente 'Ágata' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m <sup>-2</sup> ) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m <sup>-2</sup> ) a 25°C e 80% UR após 21 dias
<b>FIGURA 4.</b> Perda de massa (%) em batata-semente 'Atlantic' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m <sup>-2</sup> ) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m <sup>-2</sup> ) a 25°C e 80% UR após 21 dias
<b>FIGURA 5.</b> Desenvolvimento de colônias de <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> 24 horas após a aplicação de diferentes densidades de energia de radiação UV-C
<b>FIGURA 6.</b> Perda de massa (%) em batata-semente 'Ágata' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m <sup>-2</sup> ) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m <sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m <sup>-2</sup> ) a 25°C e 88% UR após 21 dias
FIGURA 7. Perda de massa (%) em batata-semente 'Monalisa' após a radiação UV-C (energia

# LISTA DE TABELAS

**TABELA 16.** Média da concentração de  $\alpha$ -solanina (mg.kg<sup>-1</sup> P.F.) em tubérculos de batatasemente 'Ágata' após a aplicação radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) e armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias......40

**TABELA 18.** Média da concentração de  $\alpha$ -solanina (mg.kg<sup>-1</sup> P.F.) em tubérculos de batatasemente 'Monalisa' após a aplicação radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) e armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias......42

# 1. INTRODUÇÃO

A batateira (Figura 1) é uma dicotiledônea, da família *Solanaceae*, pertencente ao gênero *Solanum*, com mais de duas mil espécies e originária da Cordilheira dos Andes (Sul do Peru). Deste total, cerca de 160 espécies produzem tubérculos e cerca de 20 espécies são cultivadas. A batata mais cultivada no mundo, pertence à espécie *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* (HAWKES, 1993).



**Figura 1**. Botânica da planta de batata. Fonte: REIFSCHNEIDER, 1987.

A batata ocupa o quarto lugar entre as culturas mais importantes do mundo com uma produção mundial de 324.420.782 t (FAOSTAT, 2013). De acordo com IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (2013), a produção de batata no Brasil é de 3.496.166 t, destacando-se os estados de Minas Gerais e de São Paulo como os principais produtores.

Boa parte da batata-semente utilizada no Brasil é importada. O custo com a importação da batata-semente é alto, porque uma caixa de aproximadamente 30 kg custa entre US\$ 30,0 e US\$ 40,0, valor que depende da variedade e do país exportador. O Brasil gasta, por ano, cerca de US\$ 9 milhões com a importação de material básico de propagação, o que corresponde ao montante de 150 a 200 mil caixas (ABBA, 2013).

A batata, de modo geral, é composta em média por 80 % de água e 20 % de matéria seca, porém, nas condições brasileiras, o teor de matéria seca pode variar entre 13 e 21%. Essa variação no teor de matéria seca dos tubérculos depende de vários fatores, como: cultivo, ciclo da cultura, época de plantio, adubação, teor de água, matéria orgânica no solo, incidência de doenças, região de plantio, temperatura e luminosidade (KUNKEL & THORNTON, 1986).

De acordo com o MAPA (2013), para produzir, exportar e importar sementes ou mudas de batata-semente é necessário estar inscrito no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), além do Registro Nacional de Cultivares (RNC). Para produzir sementes de cultivares protegidas, inscritas no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), é necessário a autorização do detentor dos direitos de propriedade intelectual.

Os padrões de identidade e qualidade das sementes e mudas são estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e são válidos em todo território nacional. A Instrução Nº12, 10 de junho de 2005, estabelece os níveis de tolerância para pragas não quarentenárias regulamentadas, danos e mistura, a serem utilizados na produção, importação e comercialização de batata-semente.

De acordo com a classificação de doenças de plantas proposta por George L. McNew, em 1960, ele dividiu as doenças de plantas em seis grupos de acordo com o processo fisiológico da planta afetado. Destaca-se grupo I que afeta o desenvolvimento de nutrientes em órgãos de armazenamento para o desenvolvimento de tecidos embrionários (doenças que destroem os órgãos de desenvolvimento). Os patógenos do grupo I e II apresentam alta capacidade destrutiva, pois em um curto espaço de tempo provocam a morte do órgão ou da planta atacada, são organismos saprofíticos que, através de toxinas, levam, antes, o tecido à morte para depois colonizá-los (BEDENDO & AMORIM, 2011).

Atualmente, com o interesse crescente na redução dos impactos negativos da agricultura ao meio ambiente, grande ênfase vem sendo dada a outros métodos de controle de doenças de plantas, além dos métodos químicos. Nesta modalidade de controle são utilizados vários agentes físicos para reduzir o inoculo ou o desenvolvimento das doenças. Os principais são a luz, radiação, temperatura e ventilação (BEDENDO et al., 2011).

# 2. OBJETIVOS

## 2.1 Objetivo geral

Investigar os efeitos da radiação ultravioleta UV-C e da luz fluorescente no controle dos patógenos *Fusarium solani, Rhizoctonia solani* e *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* nos genótipos 'Ágata', 'Atlantic' e 'Monalisa' de batata-semente após a colheita.

## 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da radiação UV-C *in vitro* para os patógenos *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*;
- Avaliar o efeito da radiação UV-C e da luz fluorescente *in vivo* para os patógenos *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum;*
- Avaliar o efeito da radiação UV-C e da luz fluorescente no teor de sólidos solúveis, na perda de massa, na brotação e na concentração dos glicoalcaloides α-chaconina e α-solanina nos genótipo 'Ágata', 'Atlantic' e 'Monalisa' de batata-semente.

# 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Cultivares de batata

Das cultivares utilizadas no Brasil, a Ágata é originária da Holanda, resultado do cruzamento das cultivares Böhn 52/72 com Sirco, obtido por Svalöf Weibull A.B., em 1976. O seu tubérculo é de formato oval, casca amarela e predominantemente lisa, polpa de cor amareloclara e olhos superficiais; apresenta maturação precoce a muito precoce, teor baixo de matéria seca e, preferencialmente, é utilizada para cozinhar e para assar (ABBA, 2013). A cultivar Monalisa, também holandesa foi originada do cruzamento entre Bierna A1-287 x Colmo, obtido por F.G.v.d. Zee & Zonen & Z.P.C., em 1982. O seu tubérculo é de formato alongado, casca amarela clara, polpa de cor amarelo-clara e resistente ao esverdeamento. Apresenta maturação precoce, possui baixo teor de matéria seca e, preferencialmente, é utilizada para cozinhar e assar (ABBA, 2013). Outra cultivar de interesse comercial é a Atlantic, originária dos Estados Unidos da América e resultado do cruzamento das cultivares Wauseon x B5141-6, obtido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 1978. O tubérculo é de formato oval-arredondado, película branca, meio áspera, olhos e inserção de estolho meio-profundo, polpa branca. Apresenta maturação meio tardia, alto teor de matéria seca e especificidade para processamento na forma chips (ABBA, 2013).

#### 3.2 Principais aspectos da fisiologia pós-colheita de batata-semente

A colheita é geralmente feita uma semana após a remoção da parte aérea. Nesse período de espera, a casca adere mais firmemente, o que reduz as esfoladuras na colheita e os danos mecânicos. Segundo Tein et al. (2014), as formas de colheita que causam menos ferimentos são, pela ordem, a colheita com arrancadeira, a colheita manual e a colheita com cultivador. Por isso, após a colheita, o tubérculo é curado para que ocorra a cicatrização dos ferimentos de colheita e

manuseio. A 20 °C sob (UR) de 95% a cura ocorre em 4 dias (conforme a temperatura diminui esse tempo aumenta) e a 13° C a cura demora cerca de 12 dias, sob (UR) de 60%, não ocorre a formação da periderme protetora) (KIM et al., 1993).

Nos tubérculos formados, o amido constitui a principal fonte de reserva, atingindo entre 60% e 80% da matéria seca e a deposição nos amiloplastos decorre da transformação da sacarose, da glicose e da maltose em amilose e amilopectina, com a participação de diversas enzimas da síntese do amido – a mais comum é a glicose 1-fosfato (G-1-P). No processo de formação dos grãos de amido, a glicose é incorporada a um precursor de amido<sub>n+1</sub> (FINGER et al., 2011).

Após a colheita, as gemas dos tubérculos de batata se encontram em estado de dormência, ou período de tempo no qual as gemas do tubérculo não apresentam crescimento visível, mesmo quando armazenados sob condições ideais de temperatura, umidade relativa, luz e composição do ar para brotação (BISOGNIN et al.,2008).

O período de dormência do tubérculo é alterado em função da cultivar, da maturidade do tubérculo armazenado, das condições climáticas durante o ciclo da planta, das injúrias no tubérculo e do ambiente de armazenamento. A exposição a temperaturas de 3°C promove o aumento no período de dormência, enquanto temperaturas em torno de 25° C reduz o período de repouso (FINGER et al., 2011). O ácido abscísico e o etileno são necessários para indução da dormência, enquanto para a quebra da dormência é necessário aumento da sensibilidade das células às citocininas. Quebrada a dormência, a temperatura de armazenamento determina a taxa de crescimento dos brotos. Assim, quando armazenados em ambiente com 3,5  $\pm$ 1,5° C, pelo período mínimo de duas a três semanas, seguidos de transferência para local com temperatura superior a 15° C, os tubérculos são estimulados a brotarem (BLAHOVEC, 2013).

Ao iniciar o processo de brotação, o tubérculo passa por três estádios fisiológicos. O primeiro, o estádio jovem, é a fase de dominância apical, quando apenas o broto do ápice se desenvolve. O segundo, o estádio normal, quando há crescimento de diversos brotos até a ramificação dos brotos mais velhos. Por fim, o estádio velho, no qual ocorre o aparecimento de pequenos tubérculos na base dos brotos (FINGER et al., 2011). De acordo com Materano et al. (2011), tubérculos de batata com muitos brotos apresentam maior perda de massa e, consequentemente, maior concentração de sólidos solúveis. Hajirezai et al. (2003) observaram altos níveis de glicose em tubérculos brotando, associados ao alto nível de atividade metabólica.

A brotação é considerada apropriada quando os brotos apresentam comprimento a partir de 1cm. O plantio de tubérculos com broto único ou com brotos pouco desenvolvidos dão origem a poucas hastes por cova, sendo insuficientes para garantir a produtividade, ou a ocorrência de falhas se as hastes forem quebradas ou atacadas por doenças ou pragas (MAPA, 2010).

Os métodos mais utilizados para quebra de dormência em batata são o armazenamento em ambientes fechados, o choque térmico a 4° C, a aplicação de monóxido de carbono (CO) e alguns produtos químicos, como o etanol, ácido giberélico (GA), bissulfeto de carbono (CS<sub>2</sub>), álcool metílico etc. (MÜLLER et al., 2010). O CS<sub>2</sub> a 99,8% é um produto inflamável, volátil e tóxico, podendo ser fatal por inalação do vapor. O produto é comercializado na forma líquida e incolor, além de um odor irritante e desagradável de enxofre. A substância é fitotóxica em doses elevadas, quando liberada no meio ambiente volatiliza, lixivia e pode biodegradar, não apresentando alto grau de bioacumulação (EPAGRI, 2002).

Benedetti et al. (2003) observaram que a exposição de tubérculos da cultivar Macaca ao gás CS<sub>2</sub>, na dose de 35 mL.m<sup>-3</sup> por 72 horas, promove aumento do metabolismo, resultando maior taxa respiratória dos tubérculos e encurtando o período de dormência. Bisognin et al. (1998)

avaliaram a eficiência de diferentes tratamentos em relação à dormência apical em tubérculos da cultivar Achat e constataram que o tratamento com o gás  $CS_2$ , na dosagem de 35 mL.m<sup>-3</sup> após 72 horas de armazenamento em ambiente fechado, promoveu o rompimento de dormência, porém não foi suficiente para eliminar a dominância apical. Silva et al. (2004) verificaram que a dosagem de 30 mL.m<sup>-3</sup> quebrou a dormência para as cultivares Jaete, Bintje e Monalisa. Entretanto, Pógi et al. (1995), utilizaram os tratamentos ácido giberélico, gás  $CS_2$  e a combinação do ácido giberélico mais gás  $CS_2$  para a quebra da dormência da cultivar Itararé e concluíram que a combinação do ácido giberélico e o gás  $CS_2$  (30 mL.m<sup>-3</sup>/40 horas) foi eficiente para romper a dormência.

## 3.3 Principais doenças pós-colheita em batata-semente

### 3.3.1 Podridão seca

A podridão seca de tubérculos é observada durante o armazenamento, estando associada principalmente às espécies *Fusarium solani* e *F. alvenaceum*. Os sintomas da doença são expressos por lesões e pelo apodrecimento generalizado dos tubérculos, pelo escurecimento dos tecidos internos e pela presença de bolor branco-rosado sobre as lesões. A doença afeta diretamente a aparência dos tubérculos e reduz o rendimento, devido ao descarte de tubérculos afetados. De maneira geral, a infecção ocorre por meio de ferimentos na colheita e os sintomas tornam-se evidentes durante o armazenamento (TÖFOLI et al., 2012).

De acordo com Souza Dias & Iamauti (2005), o *F. solani* encontra excelentes condições de desenvolvimento em temperatura de  $20 \pm 5^{\circ}$  C e UR de  $62,5 \pm 12\%$ . A presença de ferimentos, o plantio em solo contaminado e o armazenamento inadequado favorecem o desenvolvimento da doença. A associação com outros patógenos, como *Helmintosporium solani*, *P. carotovorum*, *P. atrosepticum* e *Dikeya* spp., pode tornar as perdas mais significativas.

O patógeno produz conídios hialinos de dois tipos: macroconídios e microconídios. Os macroconídios, geralmente, são fusiformes com as extremidades curvadas e com várias células, enquanto os microconídios são unicelulares e elípticos. Em condições de estresse podem apresentar clamidósporos que possuem parede espessa e atuam como estruturas de resistência (WALE, 2008).

#### 3.3.2 Rhizoctoniose

De acordo com Töfoli (2012), essa doença é caracterizada pelo desenvolvimento de agregados negros (escleródios) bem aderidos à superfície externa do tubérculo, com o surgimento de lesões escuras (necrose), de rachaduras e de má formação, causado pelo fungo *R. solani*. Esse fungo também sobrevive na forma de micélio nos restos de cultura de várias plantas ou como basidiósporos. Temperatura de 21,5  $\pm$  3 °C e UR acima de 70% favorecem o desenvolvimento da doença.

A espécie *R. solani* é dividida em vários grupos de anastomose (AG) e que se diferenciam quanto ao ciclo de hospedeiros e o tipo de doença que causam, entre outras características (SNEH et al., 1991). Os isolados patogênicos à batata têm sido agrupados principalmente no grupo AG-3 (CARLING & LEINER, 1990; WALE et al., 2008). O fungo, na sua forma assexuada (*R. solani*), não forma esporos e apresenta hifas grossas de coloração marrom escura, multinucleadas, que em meio de cultura ramificam-se com ângulos próximos a 90 graus (SNEH et al., 1991).

## 3.3.3 Podridão mole

A podridão mole é uma das principais doenças pós-colheita em batata-semente ocasionada por *Pectobaterium carotovorum* subsp. *carotovorum* e que apresenta aspecto aquoso, coloração marrom à negra e odor desagradável. Também, observam-se lesões secas na forma de pontuações enegrecidas. A contaminação pode ocorrer tanto no campo como em qualquer etapa após a colheita. Temperaturas entre 25°C e 30°C e 85% e 90% UR são condições favoráveis à doença (CZAJKOWSKI et al., 2011).

As *Pectobacterium* spp. são do tipo gram-negativas e apresentam-se na forma de bastonetes com flagelos peritíqueos. São as únicas fitobactérias anaeróbias facultativas. Na reação de oxidase, o resultado é negativo e, na catalase, positivo. A bactéria produz ácidos a partir de açúcares, como glicose, frutose e galactose. Em placas de Petri, as colônias são de coloração creme e poucas espécies do gênero produzem colônias amarelas (BARBOSA & TORRES; 2010).

### 3.4 Mecanismos de defesa em plantas

As plantas possuem diferentes mecanismos estruturais e bioquímicos que podem contribuir para a sua resistência contra fitopatógenos. A resistência induzida envolve a ativação de mecanismos de resistência latentes nas plantas em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos (HAMMERSCHMIDT et al, 1997).

Durante a interação patógeno-hospedeiro, o patógeno lança mão de enzimas, de toxinas ou de hormônios para atacar o hospedeiro, enquanto ele, por meio de mecanismos estruturais ou bioquímicos, pré ou pós-formados, procura se defender do patógeno. Nos mecanismos bioquímicos pré-formados, as substâncias estão presentes na planta em altas concentrações nos tecidos sadios, antes do contato com o patógeno, ou podem se converter em substâncias tóxicas com o início da infecção (ainda assim são consideradas pré-formadas, devido à ausência de um precursor remoto), como fenóis, alcaloides, fitoxinas, quitinases e  $\beta$ -1,3 glucanases. Por outro lado, nos mecanismos bioquímicos pós-formados, as substâncias estão as substâncias encontram-se ausentes ou presentes em baixa concentração, antes da infecção, sendo ativada em resposta à presença do patógeno ou produzidas a partir de um precursor remoto, como fitoalexinas, proteínas

relacionadas à patogênese, espécies ativas de oxigênio e fitotoxinas (SCHWAN-ESTRADA et al., 2008)

A resistência induzida consiste no aumento do nível de resistência por meio da utilização de agentes externos (indutores), sendo eles bióticos ou abióticos, sem qualquer alteração do genoma da planta, ocorrendo de maneira não específica, local ou sistemicamente, por meio da ativação de genes que codificam para diversas respostas de defesa, tais, como, proteínas relacionadas à patogênese. Além disso, pode apresentar duração variada e efetividade contra vírus, bactérias, fungos e nematoides (BONALDO et al., 2005). Os agentes abióticos geralmente causam danos através do estresse oxidativo como a luz ultravioleta (UV), metais pesados como cloreto de mercúrio (HgCl<sub>2</sub>) e cloridatro de alumínio (AlCl<sub>3</sub>), acibenzolar-S-metil (ASM), etc. (WALTERS, 2007).

A resistência de plantas contra doenças está associada a um conjunto de respostas ativadas pelo hospedeiro, após o contato com agentes patogênicos. A ativação dessas respostas, em plantas, depende da eficiência do hospedeiro em reconhecer a presença do patógeno por meio de mecanismos de percepção e de transdução de sinais, que envolvem alterações transitórias no fluxo de íons por meio da membrana plasmática e por meio de mudanças no estado de fosforilação de várias proteínas. Além disso, pode ser manifestada como uma resposta de hipersensibilidade, que resulta na morte celular localizada no sítio de penetração do patógeno, ou pode incluir alterações estruturais, acúmulo de espécies ativas de oxigênio, síntese de metabólitos secundários e produção de ampla variedade de moléculas de defesa (pathogenesis related proteins ou proteínas-RP) (VAN LOON & VAN STRIEN, 1999).

#### 3.4.1 Síntese de a-chaconina e a-solanina nos tubérculos de batata

Os principais glicoalcaloides presentes em batata (Figura 2) são a  $\alpha$ -chaconina (C<sub>45</sub>H<sub>73</sub>NO<sub>14</sub>) e a  $\alpha$ -solanina (C<sub>45</sub>H<sub>73</sub>NO<sub>15</sub>), os quais correspondem a 95% ou mais dos glicoalcaloides totais, uma vez que o restante corresponde a  $\beta$ -solanina, a  $\beta$ -chaconina, a  $\gamma$ -solanina, a  $\gamma$ -chaconina, a  $\alpha$ -solamargina e a  $\beta$ - solamargina (Mäder, et al., 2009; ELŻBIETA, 2012). A razão de  $\alpha$ -chaconina para  $\alpha$ -solanina é cerca de 60:40 e a concentração resultante da soma desses dois compostos é expressa como glicoalcaloides totais (GAT) (ATTOUMBRÉ et al., 2012). De acordo com Ha et al. (2012), o teor de GAT pode variar consideravelmente nos diferentes órgãos da planta de batata, destacando-se maiores teores para flores, para periderme e para brotos.



FIGURA 2. Estrutura dos glicoalcaloides  $\alpha$ -solanina e  $\alpha$ -chaconina. FONTE: ARNQVIST et. al, 2003.

De acordo com Milner et al. (2011), a estrutura molecular dessas substâncias é formada de duas frações: uma fração alcaloide e a outra glicosídica. A fração alcaloide é a mesma para  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina, sendo constituída de um esqueleto esteroidal, conhecido como solanidina. O que diferencia os glicoalcaloides é sua fração glicosídica, a qual pode ser formada por mono, di ou trissacarídeos, os quais estão ligados à solanidina e, entre si, por ligações glicosídicas.

As glicosilações do alcaloide solanidina em batatas são consideradas etapas finais na síntese dos glicoalcaloides  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina. Para melhor entendimento dessa biossíntese, STAPLETON et al. (1991) isolaram e caracterizaram a enzima (identificada como solanidina glicosiltransferase) que catalisa tais etapas.

A exposição dos tubérculos de batata à luz e às baixas temperaturas em alguns estágios do processamento e da venda resulta em mudanças fisiológicas dos tubérculos, como o esverdeamento (formação de clorofila) e a síntese de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina nas camadas periféricas da batata, sendo a taxa de acumulação de glicoalcaloides dependente da cultivar, da temperatura de estocagem e do tipo de fonte de luz (HÖGY & FANGMEIER, 2009; NENAAH, 2011). Midio & Martins (2000) relatam que tubérculos de batata armazenados a temperaturas superiores a 8° C apresentam maiores concentrações de  $\alpha$ -chaconia e de  $\alpha$ -solanina em comparação com os que foram armazenados em temperaturas inferiores a 4° C.

Simões et al. (2004) relatam a ação antifúngica de  $\alpha$ -solanina para *Trichoderma virile*, *Helminthosporium carbonum, Fusarium caeruleum* e *Cladosporium fulvum;* e Fewell & Roddick (1997) observaram a ação antifúngica de  $\alpha$ -chaconina para *Alternaria brasicola* e *Phoma medicaginis*. Para Fewell & Roddick (1993), a interação sinergética entre  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ solanina resultou em uma ação antifúngica para *Rhizoctonia solani*. Entretanto, Silva-Beltran et al. (2011) verificaram a redução de *Escherichia coli* (O157:H7) e *Salmonella* sp. em água com o uso de extratos de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina.

#### 3.5 Radiação ultravioleta C (UV-C)

O espectro solar emite diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas na faixa ultravioleta (UV), sendo designada UV-C, quando o comprimento de onda está entre 100 nm e 280 nm; UV-B, entre 280 nm e 315 nm e UV-A, entre 315 nm a 400 nm (RYER, 1997). Nos tratamentos pós-colheita com UV-C, tem sido utilizado o comprimento de onda de 254 nm, devido à disponibilidade de lâmpadas comerciais (KOUTCHAMA, 2009). Como vantagens, o uso da radiação UV-C, por ser um método não térmico, não forma subprodutos tóxicos durante o tratamento, pode remover certos contaminantes orgânicos, além de não produzir odor (SHARMA & SRIVASTAVA, 2014).

O principal mecanismo de ação da radiação UV-C na desinfecção acontece por meio da interferência na biossíntese e na reprodução celular, uma vez que os microrganismos são inativados pela radiação UV-C como resultado dos danos fotoquímicos causados ao DNA. Alguns microrganismos podem apresentar a reversibilidade (reativação) do dano causado às estruturas do DNA das células pela radiação UV-C, com a ativação da enzima fotoliase. Esse tipo de radiação também pode causar mutações gênicas e cromossômicas nos microrganismos, provocando a formação de dímeros de pirimidina no DNA (AZEVEDO, 2008).

A radiação UV-C pode ainda promover a síntese e a acumulação de compostos antimicrobianos, e também aumentar a atividade de enzimas antioxidantes, reduzindo a velocidade de deterioração de frutas e de hortaliças (SHEN et al., 2013; BU et al., 2014).

A resistência induzida, especialmente a 254 nm, tem sido relacionada com a biossíntese de substâncias, principalmente, de natureza fenólica e pelo aumento da atividade biossintética da
fenilalanina amônia-liase (GONZALES-AGUILAR et al., 2001). A atividade de fenilalanina amônia-liase em pomelos aumentou em 24h após o tratamento com radiação UV-C e permaneceu elevada por 72h, enquanto peroxidase atingiu máxima atividade 72h depois do tratamento (DROBY et al., 1993). Segundo Xiadong et al. (2008), a radiação UV-C induziu a síntese de resveratrol na casca de bagas de uva.

Li et al. (2010) verificaram que a radiação UV-C induziu resistência de forma eficaz em pêra a Monilinia fructicola. O aumento de resistência de pomelos contra o desenvolvimento de *Penicillium digitatum* foi atribuído à indução de quitinase e  $\beta$  – 1,3 glucanase na casca dos frutos por meio da radiação UV-C (PORAT et al., 1999). Por sua vez, a resistência promovida pela luz UV-C contra esse patógeno, causador do bolor verde em citros, aumentou a concentração das fitoalexinas escoparone e escopoletina (RODOV et al., 1994). Brown et al. (2001) observaram a indução de resistência com o uso da radiação UV-C em sementes de repolho a Xanthomonas campestri pv. campestris. Bartnicki et al. (2010) mostraram a suscetibilidade de Cryptos poriopsis perennans em maçãs à radiação UV-C. Entretanto, para Obande et al. (2011), a radiação UV-C prolongou a vida útil em tomates e reduziu a população de Penicillium digitatum. De acordo com Artés-Hernández et al. (2010), a radiação UV-C reduziu a população de microrganismos psicrotróficos, de mesófilos e de enterobactéria em melancia minimamente processada. Assim, Fernández-Suárez et al. (2013) observaram que a radiação UV-C inibiu o desenvolvimento de Escherichia coli em mangas. Escalona et. al (2010) observaram a redução da população de Pseudomonas marginalis em espinafre tratados com radiação UV-C.

Apesar dos efeitos positivos promovidos pela UV-C, alguns efeitos não desejáveis podem ocorrer, incluindo a descoloração da casca em tomate (LIU et al.,1993), escurecimento em morango, mamão e tomate (MARQUENIE et al., 2002; CIA et al., 2007; COTE et al., 2013),

aumento da suscetibilidade de pêssegos à mancha parda (STEVENS et al., 1998) e aceleração do amadurecimento e da senescência em mangas (GONZALES-AGUILAR et al., 2001).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

## 4.1 Ensaio I

Os experimentos foram realizados no laboratório de Tecnologia de Pós-colheita da Faculdade

de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI-UNICAMP).

## 4.1.1 Cultivares de batata-semente

Foram avaliadas as cultivares Ágata e Atlantic (Tabela 1) fornecidas pelo Sítio Boa Vista

(Vargem Grande do Sul, SP).

**Tabela 1.** Forma e valores médios do diâmetro, comprimento e massa de cultivares de batatasemente.

Cultivar	Forma	Dias após a colheita	Diâmetro médio (mm)	Comprimento médio (mm)	Massa média (g)
'Ágata'	Oval- arredondada	69	48,2±1,0	151,1±1,2	58,2±0,3
'Atlantic'	Oval-alongada	69	53,4±0,9	167,6±1,6	63,3±0,3

## 4.1.2 Isolados de fungo

Foram utilizados os isolados: *Fusarium solani* –102411 e *Rhizoctonia solani* – 119949 (Centro de Fitossanidade do Instituto Agronômico de Campinas - IAC).

## 4.1.3 Sanitização dos tubérculos de batata

Tubérculos de batata-semente 'Ágata' e 'Atlantic' foram lavados com água e sabão, enxaguados com água destilada, colocados em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 2%, durante três minutos, e enxaguados com água destilada esterilizada (autoclave a 100°C-120 lb; 15 minutos). Após o enxágue, os tubérculos foram acondicionados em bandejas forradas com papel filtro, permanecendo por dois dias em processo de secagem da água do enxague, em câmara BOD a 25°C e 54% UR, na ausência de luz. Após esse processo, os mesmos foram armazenados em câmara BOD a 4°C e 72% UR, na ausência de luz, durante duas semanas antes das avaliações.

#### 4.1.5 Equipamento de radiação UV-C

O equipamento de radiação UV-C consiste de um gabinete de madeira revestido com folha aluminizada e com dimensões de 1,00 x 0,60 x 1,00 m. Em seu interior encontram-se 12 lâmpadas de vapor de mercúrio a baixa pressão UV-C germicidas a marca Phillips (Amsterdã, Holanda) com potência de 30 W e comprimento de onda de 254 nm), das quais 6 estão afixadas na parte superior interna do gabinete e 6 afixadas na sua parte inferior interna em um suporte móvel tipo gaveta. Entre os conjuntos de lâmpadas há um suporte central móvel com tela de aço inoxidável, tipo gaveta, para o acondicionamento das batatas durante o processo de irradiação. As partes móveis permitem a variação da distância entre os tubérculos e as lâmpadas. A menor distância possível é de 0,17 m e a maior de 0,33 m. A radiação foi determinada pelo radiômetro VLX 254 (Vilber Lourmat, Marne la Vallée, France).

#### 4.1.6 Análise in vitro

Para avaliar o efeito da radiação UV-C nas densidades de energia de 26,4; 52,8; 79,2; 105,6 e 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> nos respectivos tempos de 10, 20, 30, 40 e 60 minutos, com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup> para o fungo *F. solani*, dois procedimentos foram adotados :

a-) <u>Efeito sobre os conídios</u>: de acordo com Braga et al. (2001), adaptado para o fungo *F*. *solani*, foi realizada uma suspensão de conídios na concentração de  $10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup> em solução salina esterilizada (0,85% NaCl), em seguida e alíquotas de 50 µL foram plaqueadas em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) acrescido de oxitetraciclina. Determinou-se a porcentagem de sobreviventes 24 horas após a irradiação através da contagem em uma área de 100 conídios germinados e não germinados;

b-) <u>Efeito sobre o micélio</u>: Discos de micélio foram recortado com cilindros de 0,6 cm de diâmetro e transferido para placas de Petri. Mediu-se o diâmetro do crescimento micelial (cm) em

dois eixos ortogonais (média das duas medidas diametralmente opostas) com um paquímetro aos 7, 14 e 21 dias após a radiação UV-C.

Para o fungo *Rhizoctonia solani*, em que não há produção de conídios, o micélio foi produzido e recortado com cilindros de 0,6 cm de diâmetro e transferido para placas de Petri com meio de BDA acrescido de oxitetraciclina. Em seguida as placas de Petri com o micélio do fungo foram submetidos a radiação UV-C nas densidades de energia 52,8; 79,2; 105,6; 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> nos respectivos tempos de 20, 30, 40 e 60 minutos, com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>. Após a irradiação UV-C, foi determinado o diâmetro das colônias (cm), conforme o procedimento realizado para *F. solani* aos 3,6 e 9 dias após a radição UV-C.

As placas de Petri utilizadas são de poliestireno e foram submetidas ao equipamento de radiação UV-C com a tampa aberta.

## 4.1.7 Análises in vivo

Os tubérculos de batata-semente foram submetidos a quatro tratamentos em ausência de luz: controle e radiação UV-C; e na presença de luz fluorescente: controle e radiação UV-C. A densidade de energia UV-C foi de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup>, com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>. As batatas foram armazenadas em uma câmara Conviron (modelo EF7, ThermoFisher, Waltham, Ma, USA) na ausência e na presença de luz a 25°C e 80% UR com seis lâmpadas fluorescentes convencionais Philips TLD 60W (Amsterdã, Holanda), distantes 100 cm dos tubérculos de batata-semente. A densidade de energia foi de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup>, com densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-2</sup> a 280 – 400 nm e determinado pelo radiômetro VLX 254 (Vilber Lourmat, Marne la Vallée, França).

# 4.1.7.1 Inoculação e mensuração da severidade e da incidência de podridão seca e rhizoctoniose

Para inoculação do *F. solani* foram feitos dois ferimentos (0,3 mm de diâmetro x 5 mm de profundidade) com uma agulha hipodérmica em cada tubérculo e em cada ferimento foram depositados com micropipeta a alíquota de 50  $\mu$ L da suspensão desse fungo na concentração de  $10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup> em água destilada esterilizada, seguido por 24 horas de incubação na ausência de luz em BOD a 25 °C e 80% UR. Para *R. solani* foram retirados pequenos discos de micélio de 0,6 cm de diâmetro e colocados nos dois ferimentos de cada tubérculo (o procedimento de incubação foi o mesmo realizado para *F. Solani*).

Foi determinada a severidade das doenças (média do diâmetro das lesões de dois eixos ortogonais opostos em cm) com um paquímetro e a incidência (% tubérculos doentes) a cada 5 dias, durante 15 dias.

## 4.1.7.2 Brotação

Os tubérculos foram tratados com 30mL.m<sup>-3</sup> de gás CS<sub>2</sub> aplicado em recipiente de plástico, estanque, com volume de 12 L, por 72 horas, a 25° C e 70% UR. Após 21 dias, realizou-se a contagem do número de brotos de acordo com a portaria n° 572 (MAPA, 2010).

#### 4.1.7.3 Perda de massa

A perda de massa média de três tubérculos por tratamento foi determinada aos 7, 14 e 21 dias por meio de pesagem em balança eletrônica semi-analítica com sensibilidade de 0,01g (AY 220, Shimadzu, Kyoto, Japão). Através da equação (1) foi determinada a porcentagem de perda de massa a partir da massa inicial.

% Pm =  $(M_i - M_n) \times 100$  Eq. (1)

% Pm = percentagem de perda de massa parcial acumulada;

M<sub>i</sub> = massa total da amostra em período determinado, em g;

M<sub>n</sub> = massa total da amostra no período seguinte a M<sub>i</sub>, em g.

4.1.7.4 Sólidos solúveis

O teor médio sólidos solúveis foi determinados aos 7, 14 e 21 dias por meio de refratometria (refratômetro Reichert, Arias OptiMatrixtm 500, Depew, NY, EUA), precisão de 0,2% e correção automática de temperatura. Os três tubérculos foram esmagados e filtrou-se em papel de filtro com 70 mm de diâmetro e porosidade de 3 µm. Gotas da solução filtrada foram colocadas na placa do refratômetro de leitura direta e os resultados expressos em <sup>o</sup>Brix.

## **4.1.8 Delineamento experimental**

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05), com auxílio do software estatístico Assistência Estatística (Assistat) 7.6 versão Beta.

## 4.2 Ensaio II

Os experimentos foram realizados nos laboratórios de Tecnologia de Alimentos (Escuela Técnica Superior de Ingenieria Agronómica - ETSIA) e Calidad Alimentaria y Salud (Instituto de Biotecnologia Vegetal – IBV) da Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).

#### 4.2.1 Cultivares de batata-semente

Foram avaliadas as cultivares Ágata e Monalisa (Tabela 2) obtidas no mercado local da cidade de Cartagena - Espanha provenientes da região de Picardia (norte da França).

Cultivar	Forma	Dias após a colheita	Maior diâmetro (mm)	Comprimento médio (mm)	Massa média (g)
'Ágata'	Oval- arredondada	55	$62,5 \pm 0,7$	$196,2 \pm 0,7$	$121,1 \pm 1,0$
'Monalisa'	Oval	60	$42,5 \pm 0,9$	133,4 ± 0,9	$80,0 \pm 1,2$

**Tabela 2.** Forma e valores médios do diâmetro, comprimento e massa de cultivares de batatasemente.

## 4.2.2 Isolado de bactéria

Foi utilizado o isolado de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* 225 T (Colección Española de Cultivo Tipo - CECT, Valência, Espanha).

## 4.2.3 Sanitização dos tubérculos de batata

Tubérculos de batata-semente 'Ágata' e 'Monalisa' foram lavados com sabão e água destilada, colocados em uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 2% durante três minutos e lavados com água destilada estéril. Após o enxágue, os mesmos foram acondicionados em bandejas revestidas com papel filtro para o processo de secagem num forno com ventilação de ar forçado (Digitronic Poupinel, Selecta, Barcelona, Espanha) a 25 °C na ausência de luz durante 2 horas.

## 4.2.4 Equipamento de radiação UV-C

O equipamento para a realização do tratamento de radiação UV-C tem dimensões de 1,0 m x 0,9 m x 1,5 m. Esse equipamento é composto por trinta lâmpadas germicidas UV-C, de vapor de mercúrio a baixa pressão, da marca Philips (Amsterdã, Holanda), com potência de 36 W e comprimento de onda de 254 nm, das quais 15 estão dispostas na parte superior e 15 na parte inferior, além de estarem em um suporte central de aço inoxidável com tela de nylon. A radiação foi determinada pelo radiômetro VLX 254 (Vilber Lourmat, Marne la Vallée, França).

## 4.2.5 Análise in vitro

A *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* foi cultivada em placas de Petri com meio de cultura YDC (10 g de extrato de levedura, 20g de glicose; 2g de CaCO<sub>3</sub>, 15 g de agar, 1 L de água destilada). Para verificar o efeito da radiação UV-C em *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* foi utilizada a concentração de 10<sup>7</sup> UFC (Unidades Formadoras de Colônias). mL<sup>-1</sup> em água de peptona tamponada, determinada pelo método de diluição em meio de cultura YDC e foram inoculadas alíquotas de 50 µL em cinco placas de Petri por tratamento . Em seguida estas placas foram submetidas a aplicação das densidades de energia de radiação UV-C de 2,3; 6,9; 11,5 e 34,5 kJ.m<sup>-2</sup>, com uma densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup> e armazenadas em uma incubadora de microrganismos (Mermmert, Schwabach , Alemanha) a 25°C na ausência de luz. Após 24 horas de incubação foi relizada a leitura das placas Petri com um contador de colônias (Sensor, modelo 59110, Navarra, Espanha) e calculado o número de UFC de acordo com a diluição utilizada.

As placas de Petri utilizadas são de poliestireno e foram submetidas ao equipamento de radiação UV-C com a tampa aberta.

## 4.2.6 Análises in vivo

Os tubérculos de batata-semente foram submetidos a quatro tratamentos em ausência de luz: controle e radiação UV-C; e na presença de luz fluorescente: controle e radiação UV-C. A densidade de energia foi de foi de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> com uma densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup> a 254 nm. As batatas foram armazenadas em uma câmara na ausência e na presença de luz a 25°C e 80% UR, com o uso de quatro lâmpadas fluorescentes Gro-Lux (Sylvania F 58W/Gro, Londres, UK) e quatro lâmpadas fluorescentes convencionais Philips TLD 58W (Amsterdã, Holanda), distantes 90 cm de prateleiras de aço inoxidável para acomodar os tubérculos de batata-semente. A densidade de energia foi 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> com uma densidade de fluxo de 1,5

W.m<sup>-2</sup> a 280 – 400 nm e foi determinado pelo radiômetro Fieldscout 3415FX (Spectrum Technologies, Aurora, II, EUA).

#### 4.2.6.1 Inoculação e mensuração da severidade e da incidência de podridão úmida

Dois ferimentos foram realizados em cinco tubérculos de cada cultivar, onde foram depositados com uma micropipeta aliquotas de 50  $\mu$ l de suspensão de bactérias a 10<sup>7</sup> UFC.mL<sup>-1</sup> em água peptonada tamponada esterilizada, seguido de 48 horas de incubação em câmara na ausência de luz a 25°C e 88% UR. Além disso, foi determinada a severidade da doença (média do diâmetro das lesões de dois eixos ortogonais opostos em cm) com um paquímetro e a incidência (% tubérculos doente) a cada 3 dias, durante 9 dias.

## 4.2.6.2 Concentração de α-chaconina e de α-solanina

Para determinar a concentração de α-chaconina de e α-solanina na periderme e na polpa dos tubérculos de batata foi utilizado um cromatógrafo líquido de alta eficiência Nexera LC-30AD (bomba de binário e o agrupamento de fotodíodos detector SPD - M20A, Shimadzu, Kyoto, Japão), com uma coluna Eclipse C18 (4,6 x 250 mm, 5 µm) (Agilent, Torrance, EUA) acomplada a um computador com um software para realizar o monitoramento das análises (Lab Solutions versão 5.42, Shimadzu, Kyoto, Japão). A análise cromatográfica de α-chaconina e de α-solanina foi realizada utilizando uma fase móvel, que consiste em uma solução de metanol: água (95:5 v / v). O volume de injecção foi de 50 µl, vazão de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>, e o efluente monitorizado a 200 nm.

As curvas de calibração foram feitas com diferentes concentrações de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina (Extrashyntese, Lyon, França), dissolvidas em metanol, variando de 1 a 25 g.L<sup>-1</sup> injetados em triplicata na coluna. As curvas de calibração foram traçadas com base em análise de regressão linear da altura do pico em função da concentração com r<sup>2</sup> de 0,969 para  $\alpha$ -chaconina e de 0,947 para  $\alpha$ -solanina.

Foram analisadas as concentrações de α-chaconina e de α-solanina na periderme e na polpa dos tubérculos de batata de 'Ágata' e 'Monalisa' expressas em mg.kg<sup>-1</sup> de peso fresco (P.F.) por amostra. Cada amostra foi composta 160-240 g de tubérculos de batata. Os tubérculos foram descascados com uma profundidade de 2-3 mm marcada com um escalímetro e, em seguida, cortados em cubos. As amostras de cada 5 dias, durante 20 dias, foram congeladas em N<sub>2</sub> líquido e moídas com um moinho (IKA, A 11 de base, Berlim, Alemanha) e armazenadas a -70° C. Os glicoalcaloides foram extraídos de acordo metodologia QuEChERS modificada (Park et al 2011): 5 g de amostra foi previamente homogeneizada e adicionado 5 mL de água. Em seguida, adicionou-se 10 mL de acetonitrilo contendo ácido acético a 1% (v / v). Em seguida, adicionou-se 5 g de magnésio anidro, agitando com um vortex (Reax Control, Heidolph, Schwabach, Alemanha) a 500 rpm durante 3 minutos. Seguido por centrifugação durante 5 minutos a 5000 rpm (Centrífuga Avanti J-25, Beckman Counter, Brea, CA, EUA).

## 4.2.6.3 Brotação

Após 21 dias foi realizada a contagem do número de brotos em cinco tubérculos de cada cultivar, de acordo com a portaria nº 572 (MAPA, 2010).

## 4.2.6.4 Perda de massa

A perda de massa média foi determinada aos 7, 14 e 21 dias por meio de pesagem em balança eletrônica semi-analítica com sensibilidade de 0,01g (VIC 1501, Sartorius, Goettingen, Alemanha) de cinco tubérculos por tratamento. Além disso, por meio da equação (1), foi determinada a porcentagem de perda de massa a partir da massa inicial.

% Pm = 
$$\frac{(M_i - M_n) \times 100}{M_i}$$
 Eq. (1)

% Pm = percentagem de perda de massa parcial acumulada;

M<sub>i</sub> = massa total da amostra em período determinado, em g;

 $M_n$  = massa total da amostra no período seguinte a  $M_i$ , em g.

## 4.2.6.5 Teor de sólidos solúveis

O teor médio de sólidos solúveis foi determinado aos 7, 14 e 21 dias por meio de refratometria (refratômetro Pocket Refractometer N1 - 0-53%, ATAGO, Tóquio, Japão), com precisão de 0,1% e correção automática de temperatura. Os cinco tubérculos foram esmagados e filtrou-se em papel de filtro com 70 mm de diâmetro e porosidade de 3 µm. Gotas da solução filtrada foram colocadas na placa do refratômetro de leitura direta e os resultados expressos em <sup>o</sup>Brix.

## 4.2.7 Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott (P≤0,05), com auxílio do software estatístico Assistência Estatística (Assistat) 7.6 versão Beta (Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1 Ensaio I

## 5.1.1 Análises in vitro

Micélio de *F. solani* tratados com densidades de energia de 79,2 e 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> apresentaram menor diâmetro para os três períodos avaliados quando comparados com outras doses (Tabela 3). Entretanto, para a densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> o diâmetro micelial para 7 dias e 21 dias difere estatisticamente das demais doses. Em 14 e 21 dias o diâmetro micelial não difere estatisticamente para a densidade de energia de 79,2 kJ.m<sup>-2</sup>. A densidade de energia de 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> apresentou maior diâmetro micelial quando comparada com as demais energias. Não há diferença estatística entre micélio não irradiado e irradiados com densidades de energias de 26,4 e 52,8 kJ.m<sup>-2</sup>, para o mesmo período após irradiação. Há diferença estatística

Não há diferença estatística para períodos 7 e 14 dias após a irradiação, exceto para a densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup>. Porém há diferença estatística entre todos os tratamentos no 21º dia, exceto para a densidade de energia de 158,4 kJ.m<sup>-2</sup>. Neste último caso o tempo pósirradiação não interferiu no diâmetro micelial.

Para densidades de energia menores que 158,4 kJ.m<sup>-2</sup>, o fator dias pós-irradiação só difere após o 14º dia, enquanto para essa densidade de energia esse mesmo fator não teve influência. Portanto, neste último caso, se pode inferir que a dose provocou o maior desenvolvimento do micélio dentre os tratamentos e independentemente do tempo pós-irradiação.

Densidades de energia de radiação UV-C (kJ.m <sup>-2</sup> )							
	Diâmetro do micélio (cm)						
Dias após a radiação UV-C	Sem radiação UV-C	26,4	52,8	79,2	105,6	158,4	
7	6,0 D	6,0 D	6,0 D	4,6 F	4,0 G	7,5 B	
14	6,8 C	6,5 D	6,3 D	5,2 E	5,1 E	8,1 A	
21	8,3 A	8,2 A	8,1 A	6,8 C	6,3 D	8,2 A	

**Tabela 3**. Diâmetro do micélio (cm) de *Fusarium solani* submetido a diferentes densidades de energia de radiação UV-C com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>, armazenado a 25°C em BOD na ausência de luz durante 21 dias.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

Especula-se que a maior densidade de energia de radiação UV-C possa ter causado desordem fisiológica no fungo e acelerado o desenvolvimento de seu micélio, de acordo com Azevedo, 2008.

De acordo com a Tabela 4, é possível observou-se que as densidades de energia de 52,8; 79,2; 105,6 e 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> inibiram a germinação dos conídios de *F. solani* e não apresentaram diferença estatística entre si.

Especula-se que a germinação dos conídios de *F. solani* é inibida com uma densidade de energia menor de radiação UV-C, quando comparada com o diâmetro do micélio, pois os conídios apresentam um núcleo. Entretanto, o micélio apresenta hifas multinucleadas e, desta forma, favorece o seu reparo após a radiação UV-C de acordo com Nelson et al. (1982).

**Tabela 4.** Número de 100 conídios germinados e não germinados de *F.solani* submetidos a diferentes doses de radiação UV-C com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>, armazenado a  $25^{\circ}$ C em BOD na ausência de luz após 24 horas.

Doses de radiação UV-C kJ.m <sup>-2</sup>	Número de conídios não germinados
Sem radiação UV-C	2,7 C
26,4	29,7 B
52,8	98,0 A
79,2	100,0 A
105,6	100,0 A
158,4	100,0 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

Para *R. solani* as densidades de energia de 79,2; 105,6 e 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> apresentaram o menor diâmetro em contraste com o tratamento controle (Tabela 5). No entanto, 7 dias após a radiação UV-C, a densidade energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> apresentou o menor diâmetro do micélio dentre essas densidades de energia.

A densidade de energia de 52,8 kJ.m<sup>-2</sup> não difere estatisticamente do tratamento controle para o diâmetro do micélio no 7°. Observou-se que a energia de 79,2 kJ.m<sup>-2</sup> difere estatisticamente das densidades energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e 158,4 kJ.m<sup>-2</sup> nos 14° e 21° dias.

Especula-se o fato da radiação UV-C não inibir o desenvolvimento do fungo devido as hifas do micélio serem multinucleadas, de acordo com Parmeter & Whitney (1970).

**Tabela 5**. Diâmetro do micélio (cm) de *R.solani* submetido a diferentes densidades de energia de radiação UV-C com densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>, armazenado a 25°C em BOD na ausência de luz durante 21 dias.

Doses de radiação UV-C em kJ.m <sup>-2</sup>							
Diâmetro do micélio (cm)							
Dias após a radiação UV-C	Sem radiação UV-C	52,8	79,2	105,6	158,4		
7	6,0 C	5,5 C	4,2 E	3,2 F	3,7 E		
14	6,9 B	6,0 C	5,7 C	4,9 D	5,0 D		
21	8, 2 A	6,8 B	5,9 C	5,2 D	5,5 C		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P ≤ 0,05).

## 5.1.2 Análises in vivo

#### 5.1.2.1 Mensuração da severidade e da incidência de podridão seca e rhizoctoniose

Os tubérculos 'Ágata' apresentaram incidência de podridão seca maior para o tratamento controle mantido no escuro em todas as avaliações, em contraste aos demais tratamentos que se assemelharam na incidência dessa podridão, independente do tempo de avaliação (Tabela 6). Portanto, exceto para o controle mantido no escuro, houve efeito semelhante entre os demais e distintos tratamentos. Quanto a severidade todos os tratamentos se mostraram iguais no 5° dia, porém no 10° e 15° dia o controle mantido no escuro apresentou severidade maior que os outros

tratamentos (Tabela 6). No 10° dia, exceto para o tratamento controle mantido no escuro, os demais apresentaram a dimensões iguais de severidade. Assim, no 15° dia após a aplicação da radiação UV-C mantido sob luz florescente e o tratamento controle mantido sob luz fluorescente apresentaram as menores severidades, respectivamente, 1,2 e 1,6 cm. Exceto pelo tratamento controle escuro, a severidade se intensifica com o tempo nos demais tratamentos, mas diferem entre os tratamentos apenas no 15° dia.

**Tabela 6.** Incidência (% de tubérculos doentes com podridão seca) e severidade (diâmetro das lesões em cm) em batata-semente 'Ágata' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 15 dias.

Incidência (%)					
	Dias				
Tratamento	5	10	15		
Controle (escuro)	100 A	100 A	100 A		
Controle (luz fluorescente)	33 B	33 B	33 B		
UV-C (escuro)	33 B	33 B	33 B		
UV-C (luz fluorescente)	33 B	33 B	33 B		
	Severidade (	(cm)			
	Dias				
Tratamento	5	10	15		
Controle (escuro)	0,3 F	1,8 C	4,7 A		
Controle (luz fluorescente)	0,1 F	0,6 E	1,6 C		
UV-C (escuro)	0,2 F	0,9 E	2,0 B		
UV-C (luz fluorescente)	0,1 F	0,7 E	1,2 D		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

Os tubérculos 'Atlantic' apresentaram incidência de podridão seca maior para o tratamento controle mantido no escuro em todas as avaliações (Tabela 7). Observou-se maior incidência da doença para todos os tratamentos no 15º dia em contraste com os demais dias. A severidade foi maior para os tratamentos mantidos no escuro (controle e UV-C) em contraste com os demais tratamentos no 5º dia (Tabela 7), porém no 10º e 15º dia a severidade foi maior no

tratamento controle que os demais. No 15º dia a severidade foi maior para o tratamento UV-C

mantido no escuro que os tratamentos mantidos sob luz fluorescente (controle e UV-C).

**Tabela 7.** Incidência (% de tubérculos doentes com podridão seca) e severidade (diâmetro das lesões em cm) em batata-semente 'Atlantic' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup>e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 15 dias.

Incidência (%)					
	Dias				
Tratamento	5	10	15		
Controle (escuro)	100 A	100 A	100 A		
Controle (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B		
UV-C (escuro)	33 C	33 C	67 B		
UV-C (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B		
	Severidade (cr	m)			
	Severidade (cr Dias	m)			
Tratamento	Severidade (cr Dias 5	m) 10	15		
Tratamento Controle (escuro)	Severidade (cr Dias 5 0,3 D	m) 10 1,4 B	15 4,0 A		
Tratamento Controle (escuro) Controle (luz fluorescente)	Severidade (cr Dias 5 0,3 D 0,1 D	m) 10 1,4 B 0,5 C	15 4,0 A 1,6 B		
Tratamento Controle (escuro) Controle (luz fluorescente) UV-C (escuro)	Severidade (cr Dias 5 0,3 D 0,1 D 0,2 D	m) 10 1,4 B 0,5 C 0,7 C	15 4,0 A 1,6 B 2,0 B		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P  $\leq 0,05$ ).

Para rhizoctoniose os tubérculos de 'Ágata' do tratamento controle mantido no escuro apresentaram maior incidência desta doença no período observado, em contraste com os demais tratamentos. Entretanto, 10 e 15 dias após a aplicação da radiação UV-C, o tratamento UV-C mantido no escuro apresentou maior incidência em contraste com os tratamentos mantidos sob luz fluorescente (Tabela 8). Observou-se também que o tratamento controle escuro apresentou severidade maior em contraste com os demais tratamentos em todo o período avaliado (Tabela 8). A severidade foi maior para os tratamentos mantidos no escuro (controle e UV-C) em comparação com os outros tratamentos. 10 dias após a aplicação da radiação UV-C o tratamento controle armazenado no escuro apresentou maior severidade que os demais tratamentos. Entretanto, 15 dias após a aplicação da radiação UV-C, os tratamentos mantidos sob luz fluorescente apresentaram severidade semelhantes e menor que o tratamento UV-C mantido no

escuro.

**Tabela 8.** Incidência (% de tubérculos doentes com rhizoctoniose) e severidade (diâmetro das lesões em cm) em batata-semente 'Ágata' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup>e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 15 dias.

Incidência (%)						
	Dias					
Tratamento	5	10	15			
Controle (escuro)	100 A	100 A	100 A			
Controle (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B			
UV-C (escuro)	33 C	100 A	100 A			
UV-C (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B			
	Severidade (cm)					
	Dias					
Tratamento	5	10	15			
Controle (escuro)	0,5 F	2,7 B	3,5 A			
Controle (luz fluorescente)	0,3 F	0,7 E	1,8 D			
UV-C (escuro)	0,4 F	1,0 E	2,3 C			
	· ·					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P  $\leq 0,05$ ).

Em tubérculos 'Atlantic' observou-se para rhizoctoniose, que o tratamento controle mantido no escuro apresentou maior incidência em contraste aos demais tratamentos no período avaliado (Tabela 9). No entanto, 15 dias após a aplicação da radiação UV-C e mantido no escuro, a incidência da doença não diferiu estatisticamente do tratamento controle mantido no escuro. Entretanto, 10 e 15 dias após a aplicação da radiação UV-C, os tratamentos controle mantidos sob luz fluorescente apresentaram severidade menor em contraste com o tratamento UV-C mantido no escuro. O tratamento controle mantido no escuro apresentou severidade maior em contraste

com os outros tratamentos no período avaliado (Tabela 9). Entretanto, os tratamentos mantidos

sob luz fluorescente apresentaram severidade menor que o tratamento UV-C mantido no escuro.

**Tabela 9.** Incidência (% de tubérculos doentes com rhizoctoniose) e severidade (diâmetro das lesões em cm) em batata-semente 'Atlantic' após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 15 dias.

Incidência (%)						
	Dias					
Tratamento	5	10	15			
Controle (escuro)	100 A	100 A	100 A			
Controle (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B			
UV-C (escuro)	33 C	67 B	100 A			
UV-C (luz fluorescente)	33 C	33 C	67 B			
	Severidade (cr	m)				
	Severidade (cr Dias	m)				
Tratamento	Severidade (cr Dias 5	m) 10	15			
Tratamento Controle (escuro)	Severidade (cr Dias 5 0,5 F	m) 10 1,8 B	15 3,8 A			
Tratamento Controle (escuro) Controle (luz fluorescente)	Severidade (cr Dias 5 0,5 F 0,2 G	m) 10 1,8 B 0,7 F	15 3,8 A 1,8 D			
Tratamento Controle (escuro) Controle (luz fluorescente) UV-C (escuro)	Severidade (cr Dias 5 0,5 F 0,2 G 0,2 G	m) 10 1,8 B 0,7 F 0,9 E	15 3,8 A 1,8 D 2,4 C			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

Verificou-se que a radiação UV-C não controlou a podridão seca e a rhizoctoniose nos tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic'. Entretanto, a luz fluorecente mostrou-se mais eficaz para a menor sveridade e incidência de podridão seca e rhizoctoniose em tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic'.

## 5.1.2.2 Brotação

Tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic' tratados com radiação UV-C armazenados no escuro e sob luz fluorescente, assim como o controle armazenado sob luz fluorescente, apresentaram maior número de brotos (Tabela 10) do que o controle mantido no escuro. Marinus (1992) observou que tubérculos de batata expostos à luz fluorescente apresentaram maior número de brotos em comparação com os que foram mantidos no escuro. A temperatura também tem influência na brotação, uma vez que Müller et al. (2010) constataram que os tubérculos de batata armazenados a  $20 \pm 2$  ° C com  $85\% \pm 5\%$  UR apresentaram maior número brotos em comparação com os armazenados a  $10 \pm 2$  ° C e  $85\% \pm 5\%$  de UR. Em testes preliminares foi observado que a radiação UV-C aumentou a quantidade de brotos para 'Ágata' e para 'Atlantic', mas não induziu a brotação. Especula-se que o efeito térmico da luz fluorescente e da radição UV-C tenha aumentado a quantidade de brotos nos tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic' conforme o observado por Beukema & Van der Zaag (1990).

**Tabela 10**. Número de brotos em batata-semente 'Ágata' e 'Atlantic', após a radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup>e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 21 dias.

Tratamento	N° de brotos 'Ágata'	N° de brotos 'Atlantic'	
Controle (escuro)	2,3 B	2,0 B	
Controle (luz fluorescente)	6,6 A	5,3 A	
UV-C (escuro)	6,3 A	5,0 A	
UV-C (luz fluorescente)	6,7 A	6,0 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

#### 5.1.2.3 Perda de massa

Tubérculos 'Ágata' e 'Atlantic' tratados com luz fluorescente (controle e UV-C) apresentaram perda de massa em contraste com os tubérculos armazenados mantidos no escuro (controle e UV-C) (Figuras 3 e 4). Após 21 dias de armazenamento, a perda de massa atingiu valores próximos a 18%, que foram maiores do que para o controle armazenado no escuro, com valores entre 3,5-6,0%.



**Figura 3.** Perda de massa (%) em batata-semente 'Ágata', após a radiação UV-C (densidade energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.cm<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR após 21 dias. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0,05$ ).



**Figura 4.** Perda de massa (%) em batata-semente 'Atlantic', após a radiação UV-C (densidade energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.cm<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR após 21 dias. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0,05$ ).

## 5.1.2.4 Teor de sólidos solúveis

Observou-se para 'Ágata' e 'Atlantic' tratadas com luz UV-C, independentemente das condições de armazenamento, bem como o controle armazenado sob luz, apresentaram maior teor de sólidos solúveis do que o controle armazenado sob escuro (Tabelas 11 e 12). Além disso, o

teor de sólidos solúveis aumentou com o tempo de armazenamentoe em todos os tratamentos. De

acordo com Hembert (1985) quando ocorre a conversão de amido em sacarose, aumenta-se o

teor de sólidos solúveis e consequentemente o maior número de brotos.

**Tabela 11**. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de batata-semente 'Ágata', após aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 21 dias.

	°Bri	X				
Dias						
Tratamento	0	7	14	21		
Controle (escuro)	3,4 G	5,6 E	5,9 E	6,7 C		
Controle (luz fluorescente)		6,8 C	7,2 B	8,3 A		
UV-C (escuro)	4,7 F	6,4 D	6,8 C	7,6 B		
UV-C (luz fluorescente)		7.3 B	7.6 B	8,5 A		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

**Tabela 12**. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de batata-semente 'Atlantic', após a aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 44,2 W.m<sup>-2</sup>) armazenada no escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,0864 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,7 W.m<sup>-1</sup>) a 25°C e 80% UR durante 21 dias.

		°Brix				
Dias						
Tratamento	0	7	14	21		
Controle (escuro)	3,0 F	4,7 E	5,3 E	6,7 C		
Controle (luz fluorescente)		6,6 C	7,0 C	8,3 A		
UV-C (escuro)	3,7 F	6,0 D	6,4 C	7,6 B		
UV-C (luz fluorescente)		6,8 C	7,2 C	8,5 B		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

#### 5.2 Ensaio II

#### 5.2.1 Análises in vitro

A inibição do desenvolvimento de colônias de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum in vitro* (Figura 5) ocorreu na densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> em contraste com a densidade de energia de 2,3 kJ.m<sup>-2</sup>, que apresentou maior número de colônias.



Figura 5. Desenvolvimento de colônias de *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* 24 horas após a aplicação de diferentes densidades de energia de radiação UV-C. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

#### 5.2.2 Análises in vivo

## 5.2.2.1 Severidade e incidência da podridão mole

Para a severidade da podridão os tratamentos controle e UV-C mantidos sob luz fluorescente e tratamento UV-C mantido no escuro não diferem estatistica entre si (Tabelas 13 e 14) para as cultivares Ágata e Monalisa. O tratamento controle mantido no escuro apresentou maior severidade da doença em contraste com os demais tratamentos.

Para a incidência da podridão mole os tratamentos mantidos sob luz fluorescente (controle

e UV-C) não diferiram estatisticamente entre si (Tabelas 13 e 14) para as cultivares Ágata e

Monalisa. O tratamento UV-C mantido no escuro apresentou maior incidência da doença para 'Ágata' e 'Monalisa' que os tratamentos mantidos sob luz fluorescente (controle e UV-C). Entretanto, o tratamento controle apresentou maior incidência em contraste com os outros

tratamentos para 'Ágata' e 'Monalisa'.

**Tabela 13**. Médias da severidade (diâmetro das lesões em cm) e da incidência (% de tubérculos doentes) de podridão mole em batatasemente 'Ágata' após a aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 9 dias.

	Severidade (cm)					
	Dias					
Tratamento	3	6	9			
Controle (escuro)	0,5 aC	0,9 aB	3,8 aA			
Controle (luz fluorescente)	0,0 bD	0,0 bD	0,0 bD			
UV-C (escuro)	0,1 bD	0,1 bD	0,1 bD			
UV-C (luz fluorescente)	0,0 bD	0,0 bD	0,0 bD			
	Incidência (%	) )				
	Dias					
Tratamento	3	6	9			
Controle (escuro)	60 B	80 A	100 A			
Controle (luz fluorescente)	0 C	0 C	0 C			
UV-C (escuro)	40 B	40 B	40 B			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

**Tabela 14.** Médias da severidade (diâmetro das lesões em cm) e da incidência (% de tubérculos doentes) de podridão mole em batata semente 'Monalisa' após a aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 9 dias.

Severidade (cm)					
	Dias				
Tratamento	3	6	9		
Controle (escuro)	0,3 C	0,8 B	3,0 A		
Controle (luz fluorescente)	0,0 B	0,0 B	0,0 B		
UV-C (escuro)	0,1 B	0,1 B	0,1 B		
UV-C (luz fluorescente)	0,0 B	0,0 B	0,0 B		
	Incidência (	%)			
	Dias				
Tratamento	3	6	9		
Controle (escuro)	60 B	80 A	100 A		
Controle (luz fluorescente)	0 C	0 C	0 C		
UV-C (escuro)	40 B	40 B	40 B		
UV-C (luz fluorescente)	0 C	0 C	0 C		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

Maiores teores de  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina forma encontrados nos tubérculos de tratados com radiação UV-C e luz fluorescente, no qual observa-se incidência e severidade da doença com diferença estatística quando comparadas com o tratamento controle mantido no escuro.

## 5.2.2.2 Concentração de α-chaconina e de α-solanina

Tubérculos do tratamento controle mantidos sob luz fluorescente e os do tratamento UV-C mantidos no escuro ou sob luz fluorescente apresentaram maior concentração de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina na periderme em comparação com os outros tratamentos ao longo do período de avaliação, sem diferenças entre cultivares (tabelas 15, 16, 17 e 18). Tubérculos 'Ágata' apresentaram concentrações de  $\alpha$ -chaconina após 20 dias de armazenamento para os tratamentos controle (escuro), controle (luz fluorescente), UV-C (escuro) e UV-C (luz fluorescente) e para a polpa: 11,4; 16,8; 17,9 e 17,8 mg kg<sup>-1</sup> PF e periderme: 16,9;25,3; 25,2 e 26,0 mg kg<sup>-1</sup> PF (Tabela

15). α-Solanina apresentou as concentrações para polpa: 9,2, 14,1, 13,6 e 15,2 mg kg<sup>-1</sup> e

periderme: 14,2, 24,6, 23,8 e 25,1 mg kg<sup>-1</sup> PF (tabela 16).

**Tabela 15**. Média da concentração de  $\alpha$ -chaconina (mg.kg<sup>-1</sup> de peso fresco) em tubérculos de batata-semente 'Ágata' após a aplicação radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia foi 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias.

α-chaconina (mg.kg <sup>-1</sup> P.F.)					
		Dias			
Tratamento	0	5	10	15	20
Controle <sub>polpa</sub> (escuro)	3,1 I	4,8 I	6,6 H	8,9 G	11,4 F
Controle polpa (luz fluorescente)		11,4 F	13,2 E	14,4 E	16,8 D
UV-C polpa (escuro)	7,3 I	10,1 G	12,7 F	14,1 E	17,9 D
UV-C polpa (luz fluorescente)		12,1 F	14,4 E	15,5 E	17,8 D
Controle (escuro) pele	7,0 H	9,7 G	11,6 F	14,0 E	16,9 D
Controle pele (luz fluorescente)		19,3 C	21,0 C	23,4 B	25,3 A
UV-C (escuro) pele	10,6 F	17,0 D	20,4 C	21,8 B	25,2 A
UV-C pele (luz fluorescente)		19,5 C	22,3 B	23,7 B	26,0 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

**Tabela 16**. Média da concentração de  $\alpha$ -solanina (mg.kg<sup>-1</sup> de peso fresco) em tubérculos de batatasemente 'Ágata' após a aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias.

$\alpha$ -solanina (mg.kg <sup>-1</sup> P.F.)						
		Dias				
Tratamento	0	5	10	15	20	
Controle polpa (escuro)	2,0 I	3,6 I	4,6 I	6,9 H	9,2 G	
Controle polpa (luz fluorescente)		7,0 H	11,3 F	12,0 F	14,1 E	
UV-C polpa (escuro)	4,9 I	6,6 H	9,2 G	11,0 F	13,6 E	
UV-C (luz fluorescente) polpa		8,6 G	11,4 F	12,5 F	15,2 E	
Controle (escuro) periderme	4,2 I	5,9 H	8,5 G	12,0 F	14,2 E	
Controle (luz fluorescente) periderme		15,4 E	18,5 D	21,0 C	24,6 A	
UV-C (escuro) periderme	8,5 G	15,1 E	17,5 D	20,5 C	23,8 A	
UV-C (luz fluorescente) periderme		16,6 D	20,0 C	22,3 B	25,1 A	
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no	s diferentes dia	as de avaliação não	diferem entre si p	elo teste de Scott-K	1000000000000000000000000000000000000	

Tubérculos de 'Monalisa' apresentaram as concentrações de α-chaconina para polpa: 9,6;

14,0; 13,9; 14,3 mg kg<sup>-1</sup> PF e periderme: 13,5; 21,1; 20,1 e 22,1 mg kg<sup>-1</sup> PF (Tabela 17) e as

concentrações de  $\alpha$ -solanina para a polpa: 7,1; 13,4; 13,1 e 14,2 e para periderme: 13,5; 20,1; 19,5 e 20,7 mg kg<sup>-1</sup> PF (Tabela 18).

Machado & Toledo (2007) observaram que a concentração de  $\alpha$ -chaconina e de  $\alpha$ -solanina em tubérculos de batatas após 16 dias de exposição em luz fluorescente aumentaram significativamente, quando comparados com tubérculos mantidos no escuro. Maine et al. (1988) verificaram que a concentração de glicoalcaloides totais em cultivares de batata aumentaram significativamente após a exposição à luz fluorescente por 42 horas, quando comparados com tubérculos mantidos no escuro. É possível observar maiores concentrações de glicoalcaloides na periderme do que na polpa desses tubérculos.

**Tabela 17**. Média da concentração de  $\alpha$ -chaconina (mg.kg<sup>-1</sup> de peso fresco) em tubérculos de batatasemente 'Monalisa' após a aplicação da radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias.

$\alpha$ -chaconina (mg.kg <sup>-1</sup> P.F.)						
	Dias					
Tratamento	0	5	10	15	20	
Controle <sub>polpa</sub> (escuro)	5,2 I	6,7 H	8,4 G	9,6 G	10,4 G	
Controle polpa (luz fluorescente)		12,4 F	13,2 E	14,0 E	16,1 E	
UV-C polpa (escuro)	7,5 H	11,6 F	12,6 F	13,9 E	15,1 E	
UV-C (luz fluorescente) polpa		12,8 F	13,8 E	14,3 E	17,2 D	
Controle (escuro) periderme	9,5 G	11,6 F	12,2 F	13,9 E	15,1 E	
Controle (luz fluorescente) periderme		17,8 D	18,8 C	21,1 B	24,4 A	
UV-C (escuro) periderme	11,9 F	15,4 E	17,4 D	20,1 C	23,3 A	
UV-C (luz fluorescente) periderme		19,0 C	21,1 B	22,1 B	25,1 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

**Tabela 18.** Média da concentração de  $\alpha$ -solanina (mg.kg<sup>-1</sup> de peso fesco) em tubérculos de batatasemente 'Monalisa' após a aplicação radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 20 dias.

$\alpha$ -solanina (mg.kg <sup>-1</sup> P.F.)					
		Dias			
Tratamento	0	5	10	15	20
Controle <sub>polpa</sub> (escuro)	3,1 G	4,1 G	5,0 G	6,2 F	7,1 C
Controle polpa (luz fluorescente)		7,0 F	10,4 D	11,0 E	13,4 B
UV-C polpa (escuro)	5,9 F	7,3 F	8,8 E	9,7 D	13,1 B
UV-C (luz fluorescente) polpa		9,0 E	12,0 C	12,5 C	14,2 B
Controle (escuro) periderme	7,0 F	9,2 E	10,7 D	12,2 C	13,5 B
Controle (luz fluorescente) periderme		14,7 B	16,4 B	19,0 A	20,7 A
UV-C (escuro) periderme	9,0 E	12,2 C	13,2 C	14,5 B	19,5 A
UV-C (luz fluorescente) periderme		14,7 B	16,4 B	19,0 A	20,7 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

#### 5.2.2.3 Brotação

Os tubérculos tratados com radiação UV-C armazenados no escuro e sob luz fluorescente, assim como o controle armazenado sob luz fluorescente, apresentaram maior número de brotos (Tabela 19), do que o controle mantido no escuro, como o que foi observado no item 5.1.2.2 apesar de se tratarem de energias de radiação UV-C e fluxo de fótons diferentes. SEGÜL et al. (2004) verificaram que tubérculos de batatas expostos a luz fluorescente apresentaram maior número de brotos e de teor de  $\alpha$ -chaconia e de  $\alpha$ -solanina comparados com tubérculos armazenados na ausência de luz.

**Tabela 19**. Média do número de brotos em batata-semente 'Ágata' e 'Monalisa' após a radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 21 dias.

	N° de brotos	N° de brotos
Tratamento	'Ágata'	'Monalisa'
Controle (escuro)	4,4 B	4,8 B
Controle (luz fluorescente)	8,0 A	7,6 B
UV-C (escuro)	8,0 A	8,2 A
UV-C (luz fluorescente)	9,0 A	8,8 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

## 5.2.2.4 Perda de massa

Para ambas cultivares, a perda de massa foi maior para os tubérculos armazenados sob luz fluorescente e UV-C mantidos no escuro (Figuras 7 e 8). Após 21 dias de armazenamento, a perda de massa atingiu valores próximos a 20%, que foram maiores do que para o controle armazenado no escuro, com valores entre 5,0-10,0%. A perda de massa foi relacionada com a brotação ao que foi observado nos tubérculos analisados no item 5.1.2.3, apesar de se tratarem de densidades de energia diferentes.



**Figura 6.** Média da perda de massa (%) em batata-semente 'Ágata' após a radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR após 21 dias. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0,05$ ).



**Figura 7.** Média da perda de massa (%) em batata-semente 'Monalisa' após a radiação UV-C (densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR após 21 dias. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0,05$ ).

## 5.2.2.5 Teor de sólidos solúveis

Observou-se que ambas as cultivares de batata-semente tratadas com luz UV-C, independentemente das condições de armazenamento, bem como o controle armazenado sob luz, apresentaram um maior teor de sólidos solúveis do que o controle armazenado sob escuro (tabelas 20 e 21) como no item 5.1.2.4, apesar de se tratarem de energias de radiação UV-C e fluxo de fótons diferentes.

**Tabela 20.** Média do teor de sólidos solúveis (°Brix) de batata-semente 'Ágata' após aplicação da radiação UV-C densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 21 dias.

	°Brix			
	Dias			
Tratamento	0	7	14	21
Controle (escuro)	3,6 E	4,2 D	5,3 C	6,0 B
Controle (luz				
fluorescente)		6,2 B	6,4 B	7,3 A
UV-C (escuro)	4,8 D	6,0 B	6,2 B	7,0 A
UV-C (luz fluorescente)		6,4 B	6,8 B	7,7 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0.05$ ).

**Tabela 21.** Média do teor de sólidos solúveis (°Brix) de batata-semente 'Ágata' após aplicação da radiação UV-C densidade de energia de 34,5 kJ.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 38,3 W.m<sup>-2</sup>) armazenada em escuro e com luz fluorescente (densidade de energia de 0,756 k.J.m<sup>-2</sup> e densidade de fluxo de 1,5 W.m<sup>-2</sup>) a 25°C e 88% UR durante 21 dias.

	°Brix				
	Dias				
Tratamento	0	7	14	21	
Controle (escuro)	4,3 D	5,2 C	5,7 C	6,2 B	
Controle (luz fluorescente)		6,3 B	6,5 B	7,3 A	
UV-C (escuro)	5,6 C	6,3 B	6,4 B	7,0 A	
UV-C (luz fluorescente)		6.6 B	6,7 B	7.5 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nos diferentes dias de avaliação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \le 0,05$ ).

## 6. CONCLUSÕES

- O menor desenvolvimento micelial de *F. solani* ocorreu após a aplicação da densidade de 105,6 kJ.m<sup>-2</sup> de radiação UV-C.

- A partir da dose de 52,8 kJ.m<sup>-2</sup> de radiação UV-C ocorreu a inibição da germinação de conídios de *F. solani*.

- O menor desenvolvimento micelial de *R. solani* ocorreu após a aplicação das densidades de energia 79,2; 105,6 e 158,4 kJ.m<sup>-2</sup>.

- Os tratamentos mantidos sob luz fluorescente (controle e UV-C) apresentaram menores severidade e incidência de podridão seca e rhizoctoniose para tubérculos de 'Atlantic' e 'Ágata'.

- Os tratamentos mantidos sob luz fluorescente apresentaram maior brotação, teor de sólidos solúveis e perda de massa para tubérculos de 'Atlantic' e 'Ágata'.

- A inibição do desenvolvimento das colônias de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* ocorreu após a aplicação da densidade de energia 34,5 kJ.m<sup>-2</sup>.

- Os tratamentos mantidos sob luz fluorescente não apresentaram severidade e incidência de podridão mole significativas.

- Os tratamentos mantidos sob luz fluorescente apresentaram maior concentração de  $\alpha$ chaconina e  $\alpha$ -solanina, brotação, teor de sólidos solúveis e perda de massa para tubérculos de 'Ágata' e 'Monalisa'.

- A periderme dos tubérculos de 'Ágata' e 'Monalisa' apresentaram maiores concentrações de  $\alpha$ -chaconina e  $\alpha$ -solanina que a polpa.

# 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA. Associação Brasileira da Batata. **Importação de batata-semente**. Disponível em: <a href="http://www.abbabatatabrasileira.com.br">http://www.abbabatatabrasileira.com.br</a>>. Acesso em: 15 set. 2013.

ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; ROBLES, P.; GOMEZ, P.; TOMAS- CALLEJAS, A.; ARTÉS, F. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 55, p.114-120, 2010.

AZEVEDO, J.L. Genética de microrganismos. Goiania: Editora UFG, 2ª Ed.,2008.490 p.

ARNQVIST, L.; DUTTA, P.C.; JONSSON, L.; SITBON, F. Reduction of cholesterol and glycoalkaloid levels in transgenic potato plants by overexpression of a type 1 sterol methyltransferase cDNA. **Plant Physiology**, v.131, p.1792-1799, 2003.

ATTOUMBRÉ, J.; LESUR, D.; GIORDANENGO, P.; BALTORA-ROSSET, S. Preparative separation of glycoalkaloids  $\alpha$ -solanine and  $\alpha$ -chaconine by centrifugal partition chromatography. Journal of Chromatography B, v.908, p.150-154, 2012.

BARBOSA, H.R.; TORRES, B.B. Microbiologia básica. Editora Atheneu, 1<sup>a</sup> Ed., 196 p., 2010.

BARTNICKI, V.A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; AMARANTE, C.V.T.; CASTRO, L.A.S.; RIZZATTI, M.R.; SOUZA, J.A.V. Água aquecida e radiação UV-C no controle póscolheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.124-131, 2010.

BEDENDO, I. P.; AMORIM, L. Ambiente e doença. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4. ed. p. 133-147, 2011.

BEDENDO, I. P.; MASSOLA, N. S.; AMORIM, L. Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4.ed. p. 367-388, 2011.

BENEDETTI, M., SEGATTO, F. B., COSTA L. Forçamento da brotação de minitubérculos de batata-semente com diferentes níveis de dormência. In: **XII Encontro nacional de produção e abastecimento de batata**. Ponta Grossa (PR.): Anais, 2003.

BEUKEMA, H.P.; VAN DER ZAAG, D.E. Introduction to potato production. Wageningen: PUDOC, 1990. 208p.

BISOGNIN, D.A; CENTENARO, R.; MISSIO, E. L. Uso do ácido giberélico na quebra de dormência e de dominância apical em batata. **Ciência Rural**, 1998. v.28, n.2, p.205-213, 1998.

BISOGNIN, D.A.; FREITAS, S.T.; BRACKMANN, A.; ANDRIOLO, J.L.A.; PEREIRA, E.I.P.;

MULLER, D.R.; BANDINELLI, M.G. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.67, n.1, p.59-65, 2008.

BLAHOVEC, J.; LAHADOVÁ, M.; KINDL, M. Temperature stimulated changes in potato and bean sprouts. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n.3, p.299-303, 2013.

BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R. da S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F; DE RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, p.11-27. 2005.

BRAGA, G.L.U; FLINT, S.D; MILLER, C.D.; ANDERSON, A.J; ROBERTS, D.W. Both solar UVA and UVB radiation impair conidial culturability and delay germination in the entomopathogenic fungos *Metarhizium anisopliae*. **Photochemistry and Photobiology**, v.74, n.5, p.734-739, 2001.

BROWN, J.E.; LU, T.Y.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; WILSON, C.L.; COLLINS, D.J; WILSON, M.A.; IGWEGBE, E.C.K; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris pv. campestris*). Crop protection, v.20, p.873-883, 2001.

BU, J.; NI, Z.; AISIKAER, G.; JIANG, Z. KHAN, Z.U.; MOU, W; YING, T. Postharvest ultraviolet-C irradiation suppressed *Psy 1* and *Lcy-\beta* expression and altered color phenotype in tomato (Solanum lycopersicum) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 89, p.1-6, 2014.

CARLING, D. E.; LEINER, R. H. Virulence of isolates of Rhizoctonia solani AG-3 collected from potato plant organs and soil. **Plant Disease**, v. 74, p. 901-903, 1990.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A.; CAMILI, E.C.; SANTOS, C.A. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**, v.43, p.366-373, 2007.

COLEMAN, W.K.; DONNELLY, D.J.; COLEMAN, S.E. Potato microtubers as research tools: a review. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.47-55, 2001.

COTE, S; RODONI, L., MICELI, E.; CONCELLÓN, A.; CIVELLO, P.M.; VICENTE, A.R. Effect of radiation intensity on the outcome of postharvest UV-C treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v.83, p.83-89, 2013.

CZAJKOWSKI, R.; PÉROMBELON, M.C.M.; VAN VEEN, J.A.; VAN DER WOLF, J.M. Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. **Plant Pathology**, v. 60, n.6, p.999-1013, 2011.

DROBY, S.; CHALUTZ, E.; HOREV, B.; COHEN, L.; GABA, V.; WILSON, C.L.; WISNIEWSKI, M. Factors affecting UV-induced resistance in grapefruit against the green mold

decay caused by Penicillium digitatum. Plant Pathology, v. 42, p. 418-424, 1993.

ELŻBIETA, R. The effect of industrial potato processing on the concentrations of glycoalkaloids and nitrates in potato granules. **Food control**, v.28, p.380-384, 2012.

EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGRÍCOLA E EXTENSÃO RURAL. Sistema de produção para batata consumo e batata-semente em Santa Catarina. Sistema de produção. Florianópolis: Editora da EPAGRI, 2002, 123 p.

ESCALONA, V.H.; AGUAYO, E.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G.B.; ARTÉS, F. UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.56, p.223-231, 2010.

FAOSTAT, 2013. **Database Results**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 13 set.2013.

FERNÁNDEZ-SUÁREZ, R.; RAMÍREZ-VILLATORO, G.; DÍAZ-RUIZ, G.; ESLAVA, C.; CALDERÓN, M.; NAVARRO-OCAÑA, A.; TREJO-MÁRQUEZ, A; WACHER, C. Effect of postharvest UV-C treatment on the bacterial diversity of Ataulfo mangoes by PCR-DGGE, survival of *E. coli* and antimicrobial activity. Frontiers in Microbiology, v.4, p.1-4, 2013.

FEWELL, A. M.; RODDICK, J. G. Interactive antifungal activity of the glycoalkaloids a-solanine and a-chaconine. **Phytochemistry**, v. 33, p.323-328, 1993.

FEWELL, A. M.; RODDICK, J. G. Glycoalkaloid impairment of fungal development. **Mycological Research**, v.101, n.5, 1997.

FINGER, F. L.; MAPELI, A. M.; MOREIRA, M. A.; FONTES, P.C.R. Pós-colheita do Tubérculo de Batata. In: Laércio Zambolim. (Org.). Produção Integrada da Batata. 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2011, v. 2, p. 215-240.

GONZALES – AGUILAR, G.A.; WANG, C.Y.; BUTA, J.G.; KRIZEK, D.T. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, p.767-773, 2001.

HA, M.; KWAK, J.H.; KIM, Y; ZIM, O.P. Direct analysis for the distribution of toxic glycoalkaloids in potato tuber tissue using matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometric imaging. **Food Chemistry**, v.133, p.1155-1162, 2012.

HAJIREZAEI, M.R.; BÖRNKE, F.; PEISKER, M.; TAKAHATA, Y.; LERCHI, J.; KIRAKOSYAN, A.; SONNEWALD, V. Decreased sucrose content triggers starch breakdown and respiration in stored potato tubers (*Solanum tuberosum*). Journal of Experimental Botany, v. 54, 477-488, 2003.

HAMMERSCHIMIDT, H.; DANN, E.K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N.A.; RECHCIGL, J.E. (Ed). Environmentally safe approaches to crop disease control. Boca Raton: CRC Press, 1997. p.177-199.

HAWKES, J.G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW JE; MACKAY GR. (ed). **Potato Genetics**, 1993. Cambridge: CAB International, p. 3-42.

HEMBERG, T. Potato rest. In: LI, P.H. **Potatophysiology**.Orlando. p. 353-388, 1985. HÖGY, P; FANGMEIER, A. Atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment affects potatoes: 2. Tuber quality traits. **European Journal of Agronomy**, v.30, p.85-94, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.Levantamento Sistemático de ProduçãoAgrícola.Disponívelem:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/</td>indicadores/agropecuaria/lspa/ lspa\_201308\_4.shtm> Acesso em 13 set. 2013.

KIM, H.O.; LEE, S.K.; SALTVEIT, M.E. Effects of curing and storage conditions on processing quality in potatoes. **Acta Horticulturae**, v. 343, p. 73-76, 1993.

KOUTCHMA, T.N; FORNEY, L.J.; MORARU, C.I. Ultraviolet light in food technology – principles and applications. Boca Raton: CRC Press, 2009. 278p.

KUNKEL, R.; THORNTON, R.E. Understanding the Potato. Washington: Washington State University, 1986, 155p.

LI, J.; ZHANG, Q.; CUI, Y.; YAN, J.; Cao J.; ZHAO, Y.; JIANG, W. Use of UV-C treatment to inhibit the microbial growth and maintain the quality of Yali pear. **Food science**, v.75, p.503–507, 2010.

LIU, J.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; WILSON, C.L.; ADEYEYE, O; KABWE, M.K.; PUSEY, P.L.; CHALUTZ, E.; SULTANA, T.; DOBY, S. Application of ultraviolet –C light on storange rots and ripening of tomatoes. **Journal of Food Protection**, v.56, n.10, p.8068-872, 1993.

MACHADO, R.M.D.; TOLEDO, M.C.F.; GARCIA, L.C. Effect of light and temperature on the formation of glycoalkaloids in potato tubers. **Food Control**, v.18, p.03-508, 2007.

MÄDER, J.; RAWEL, H; KROH, L.W. Composition of phenolic compounds and glycoalkaloids α-Solanine and α-Chaconine during Commercial Potato Processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.57, p.6292-6297, 2009.

MAGA, J.A. Potato glycoalkaloids. **CRC Critical Review Food Science and Nutrition**, v. 12, n. 4, p. 371-405, 1980.

MAINE, M. J. DE; BAIN, H.; JOYCE, J. A. L. Changes in the total tuber glycoalkaloid content of potato cultivars when exposed to light. **Journal of Agricultural Science**, v. 111, n. 1, p. 57-58, 1988.
MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO. **Portaria nº 572, de 22 de dezembro de 2010**. Disponível em: <a href="http://www.agricultura.gov.br">http://www.agricultura.gov.br</a> Acesso em 15/09/2013.

MARES, D.J.; SOWOKINOS, J.R.; HAWKER, J.S., 1985. Carbohydrate metabolism in developing potato tubers. In: Paul H. LI. (Ed.). **Potato Physiology**. Londres: Academic Press, 1985, p.279-327.

MARINUS, J. The effect of temperature and light during storange of young seed potatoes on initial plant development early plantings. **Potato Research**, v.35, n.4, p.343-354, 1992.

MARQUENIE, D.; MICHIELS, C.W.; GEERAERD, A.H.; SCHENK, A.; SOONTJENS, C.; VAN IMPE, J.F.; NICOLAI, B.M. Using survival analysis to investigate the effect of UVC and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. **International Journal of Food Microbiology**, v.73, p.187-196, 2002.

MATERANO, W.; ZAMBRANO, J.; MAFFEI, M.; VALERA, A.; QUINTERO, L.; TORRES, C. Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre la perdida de peso y el porcentaje de brotación en papa. **Revista e la Facultad de Agronomia de la Universidade del Zulia**, v.28, supl.1, p.161-172, 2011.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. Toxicologia de alimentos. São Paulo: Varela, 2000. 295p

MILNER, S.E.; BRUNTON, N.P.; JONES, P.W.; O' BRIEN, N.M.; COLLINS, S.G.; MAGUIRE, A.R. Bioactivities of glycoalkaloids and their aglycones from Solanum species. **Food Chemistry**, v.59, p.3454–3484, 2011.

MÜLLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; MORIN, G.R.; GNOCATO, F.S. Dormência e dominância apical de diferentes tamanhos de tubérculos de batata. **Ciência Rural**, v.40, n.12, p.2454-2459, 2010.

NENAAH, G.E. Toxic and antifeedant activities of potato glycoalkaloids against *Trogoderma* granarium (Coleoptera: Dermestidae). Journal of *Stored Products Research*, v.45, p.185-190, 2011.

NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J. *Fusarium*: disease, biology and taxonomy. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 560 p. 1982.

OBANDE, M.A.; TUCKER, G.A.; SHAMA, G. Effect of preharvest UV-C treatment of tomatoes (Solanum lycopersicon Mill.) on ripening and pathogen resistance. **Postharvest Biology and Technology**, v.62, n.2, p.188–192, 2011.

OMS- Organización Mundial de la Salud (2007). **Análisis de riesgos relatives a la inocuidad de los alimentos (guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos).** Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/ 010/a0822s/a0822s.pdf>. Acesso em 16 jul. 2014

PARK, J.Y.; CHOI, J.H.; EL-ATY, A.M.A; KIM, B.M.; OH, J.H; DO, J.A.; KNOWN, K.S.; SHIM, K.H.; SHOY, O.J.; SHIN, S.C., SHIM, J.A. Simultaneous multiresidue analysis of 41 pesticide residues in cooked foodstuff using QuEChERS: Comparison with classical method. **Food Chemistry**, v.128, p.241-253, 2011.

PARMETER, J. R.; WHITNEY, H. S. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. In: PARMETER, J.R. (Ed.) **Rhizoctonia solani, biology and pathology**. London: University of California, 1970, p.7-19.

PÓGI, M. C., BRINHOLI. O efeito da maturidade, do peso da batata-semente e da quebra da dormência sobre a cultivar de batata (*Solanum Tuberosum* L.) Itararé (IAC 5986). **Pesquisa** Agropecuária Brasileira, v.3, n.11, p.1305-1311, 1995.

PORAT, R.; LERS, A.; DORI, S.; COHEN, L.; WEISS, B.; DAUS, A.; WILSON, C.L.; DROBY, S. Induction of chitinase and  $\beta$ -1,3-endoglucanase proteins by UV irradiation and wounding in grapefruit peel tissue. **Phytoparasitica**, v. 27, n. 3, p. 233-238, 1999.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Produção de Batata**. Brasília: Linha Gráfica e Editora, 1987. 1<sup>a</sup> ed., 239 p.

REYER, A. **The light mensuarement handbook**. Peabody: International Light Technologies Inc., 1997. 64p.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; PASCHOLATI, S.F. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S.F; LEITE, B; SATNGARLIN, J.R.; CIA, P.(Ed.). Interação planta-patógeno (fisiologia, bioquímica e biologia molecular). Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 2008. v.13, p.227-248.

SEGÜL, M.; KELES, F; KELES, M.S. The effect of storage conditions (temperature, light, time) and variety on the glycoalkaloid content of potato tubers and sprouts. **Food control**, v.15, p. 281-286, 2004.

SHARMA, N.; SRIVASTAVA, S: Hot water and UV -C as methods of physical control in postharvest losses of *Emblica officinalis* Gaertn. **Internacional Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.3, n.1, p.487-493.

SHEN, Y.; SUN, Y.; QIAO, L.; CHEN, J.; LIU, D.; YE, X. Effect of UV-C treatments on phenolic compounds and antioxidant capacity of minimally processed Satsuma mandarin during refrigerated storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, 50-57, 2013.

SILVA, F.A.S. Assistência a Estatística - Assistat (versão beta 7.6). Disponível em: </http://www.assistat.com/>. Acesso em 03 nov. 2014.

SILVA, J.R.V.; COSTA, N.V.; MORAIS, O.S.; TERRA, M.A.; MARCHI, S.R.; ONO, E.O. Brotação de mini-tubérculos de sete cultivares de batata em função de concentrações de bissulfureto de carbono. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.677-680, 2004.

SNEH, B.; BURPEE, L.; OGOSHI, A. Identification of Rhizoctonia species. St. Paul: APS Press, 1991. 133 p.

SILVA-BELTRÁN, N. P.; RUIZ-CRUZ, S.; LÓPEZ-MATA, M.A.; CIRA-CHÁVEZ, L.A.; GORTÁREZ-MOROYOQUI, P. Componentes bioactivos de residuos de papa: un recurso para la desinfección de aguas. **Ide@s Concyteg**, v.6, n. 71, p. 561-570, 2011.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004, 1102.

SMITH, D.B.; RODDICK, J.G.; JONES, J.L. Potato glycoalkaloids: some unanswered questions. **Trends in food science & technology**, v.7, n.4, p.126-131, 1996.

SOUZA-DIAS, J.A.C.; IAMAUTI, M.T. Doenças da batateira (*Solanum tuberosum*). In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 4.ed. São Paulo: Ceres, 2005. v.2, p.119-142.

STAPLETON, A.; ALLEN, P.V.; FRIEDMAN, M.; BELKNAP, W.R. Purification and characterization of solanidine glucsyltransferase from potato (*Solanum tuberosum*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.39, n.6, p.1187-1193, 1991.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y; WILSON, C.L.; PUSEY, P.L.; KABWE, M.K.; IGWEGBE, E.C.K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hermetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, v.17, n.1, p.75-84, 1998.

TEIN, B.; KAUER, K.; EREMEEV, V.; LUIK, A.; SELGE, A.; LOIT, E. Farming systems affect potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber and soil quality. **Crop Research**, v.156, n.1, p.1-11, 2014.

TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T.; NOGUEIRA, E.M.C. Doenças fúngicas da cultura da batata: sintomas, etiologia e manejo. **Biológico**, v.74, n.1, 2012.

VAN LOON, L.C.; VAN STRIEN, E.A. The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 55, p. 85-97, 1999.

XIAODONG, L.; ZHENG, X.; YAN, S.; LI, S. Effects of salicylic acid (SA), ultraviolet radiation (UV-B and UV-C) on trans-resveratrol inducement in the skin of harvested grape berries. **Frontiers of agriculture in China**, v. 2, n. 1, p. 77–81, 2008.

WALE, S.; PLATT, H.W.; CATTLIN, N. **Disease pests and disorders of potatoes**. Amsterdam: Elsevier, 2008. 179p.

WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. Induced resistance for plant defence – a sustainable approach to crop protection. Oxford: Blackwell, 2007. 258p.

WILTHSHIREW, J.J.J.; COBB, A.H. A review of the physiology of potato tuber dormancy. Annals of Applied Biology, v.129, p.553-569, 1996.