



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Tese de Doutorado

**USO DA RADIAÇÃO GAMA E ULTRAVIOLETA-
C NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA
DAS SEMENTES DE CEBOLA PRODUZIDAS EM
PERNAMBUCO**

Leilson Lopes Santos Silva

**Recife – PE
2015**

LEILSON LOPES SANTOS SILVA

**USO DA RADIAÇÃO GAMMA E ULTRAVIOLETA-C NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DAS SEMENTES DE CEBOLA PRODUZIDAS EM
PERNAMBUCO.**

**RECIFE-PE
FEVEREIRO-2015**

LEILSON LOPES SANTOS SILVA

**USO DA RADIAÇÃO GAMMA E ULTRAVIOLETA-C NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
E SANITÁRIA DAS SEMENTES DE CEBOLA PRODUZIDAS EM PERNAMBUCO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Alves de Oliveira

Co-orientadora: Dr^a. Luciana Melo Sartori Gurgel

**RECIFE-PE
FEVEREIRO-2015**

**USO DA RADIAÇÃO GAMMA E ULTRAVIOLETA-C NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DAS SEMENTES DE CEBOLA PRODUZIDAS EM
PERNAMBUCO.**

LEILSON LOPES SANTOS SILVA

Tese _____ e _____ pela Banca Examinadora em ____/____/____

ORIENTADORA:

Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

EXAMINADORES:

**RECIFE-PE
FEVEREIRO-2015**

Ao meu grande amor Raimunda Sales Lopes (*in memoriam*),
por todos os ensinamentos da vida a mim concedidos,
momentos vividos e por ser sempre alguém que me servirá
como exemplo de amor.

DEDICO

Aos meus pais Nauranilde Lopes e Levi Araújo por
sempre estarem ao meu lado, com carinho e amor.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A **Universidade Federal Rural de Pernambuco** pela oportunidade de concluir o doutorado.
E ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** pela concessão da bolsa de estudo.

A minha orientadora Prof.^aDr.^a **Sônia M. A. de Oliveira**, pelos seus ensinamentos, confiança, paciência e dedicação com seus orientados e por ter sempre o seu bom humor como característica própria.

A Dr.^a **Luciana Sartori**, pelo auxílio, disponibilidade de tempo e material, sempre com uma simpatia contagiante.

Ao **Instituto Agrônomo de Pesquisa-IPA**, por todo o apoio dado para elaboração desse trabalho.

Aos professores e funcionários da UFRPE.

Aos pesquisadores do IPA, em especial a Dr.^a **Vânia Trindade Barreto Canuto** (apoio e pelos bons diálogos), Dr.^a **Regina Ceres Torres da Rosa**, Dr.^a **Tereza Cristina de Assis**.

Aos funcionários do IPA, **Dona Linda, Cristina, Fábio, Marilene e Graciete** pelo apoio na montagem dos experimentos.

Aos amigos do Laboratório de Patologia Pós-Colheita **Elizabeth, Leila, Nina, Letícia, Daniela, Adriana e Roberto Luís (Bob)**.

E aos amigos, que são mais chegados que irmão, **Ana Paula, Alice, Dalton, Cristiane, Dyana, Johnny, Luciano e Marcos**.

E principalmente a minha família, pelo qual vem durante esses anos, dando apoio compreensão e carinho em especial as minhas primas **HD, Andrea**, meus primos **Luís Flávio e Ávila**, e a minha tia **Ana Cristina**, a minha sobrinha **Lara** e aos meus irmãos **Laiz e Levi Jr.**

SUMÁRIO

Resumo.....	9
Abstract	10
Capítulo I – Introdução Geral.....	11
Referências Bibliográficas	21
Capítulo II - Efeito da radiação gama sob a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola	26
Resumo.....	27
Abstract	28
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	32
Agradecimentos	36
Referencia Bibliográfica	37
Capítulo III - Radiação ultravioleta-C na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de cebola.....	46
Resumo.....	47
Abstract	48
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	53

Agradecimentos	55
Referencia Bibliográfica	55
Conclusões Gerais	63
Anexo	64

RESUMO GERAL

A cebola é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, ocupando a terceira posição, sendo superado apenas pela batata e tomate. É um alimento básico e ingrediente indispensável em quase todas as cozinhas, consumida principalmente na forma “in natura” (saladas) ou como condimento ou tempero. No Brasil, a cebolicultura constitui uma importante atividade socioeconômica, principalmente nos estados de Pernambuco, Bahia, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. É uma hortaliça cultivada por meio de sementes, nas quais podem abrigar e transportar micro-organismo ou agentes patogênicos que podem ser transmitidos para a planta adulta infectando todas suas partes e afetando o estabelecimento final da cultura. Nesse contexto, a qualidade sanitária é um dos aspectos cruciais para obter sucesso dentro de programas de produção de sementes. Entre as tecnologias utilizadas no tratamento de sementes destaca-se o método físico que pode ser utilizado como mais uma forma de controle dentro de um manejo na cultura. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das doses de radiação gama e ultravioleta-C (UV-C) sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes em duas cultivares (IPA-10 e IPA-11) de cebola. As sementes foram tratadas com cinco doses de radiação gama (0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 kGy) e UV-C (12; 24; 36; 48; 60 min.) e, em seguida, foi avaliado os parâmetros fisiológicos e sanitários. As doses de radiação gama não afetaram a germinação e a condutividade elétrica, melhorou o vigor das sementes (primeira contagem de germinação), diminuiu o tamanho das plântulas de cebola e aumentou o teor de proteínas e oscilou nos teores de clorofila a, b e (a+b). Os principais fungos detectados tiveram sua incidência diminuída com o aumento da dose de radiação gama. Já a radiação UV-C não afetou negativamente nenhum parâmetro fisiológico e nem os teores de proteínas, houve também uma oscilação nos teores de clorofila a,b e (a+b). Os fungos com maior incidência tiveram suas quantidades reduzidas com o aumento da dose UV-C, exceto *Cladosporium* sp. que apresentou uma radio resistência maior e não teve um controle efetivo.

Palavras chave: *Allium cepa*, radiação gama, UV-C, germinação, vigor, proteína, clorofila, fungos.

GENERAL ABSTRACT

The onion is one of the most vegetables grown in the world, occupying the third position, being surpassed only by potato and tomato. It is a staple food and essential ingredient in almost all kitchens, consumed mostly in the form "*in natura*" (salads) or as a condiment or seasoning. In Brazil the cebolicultura is an important socio-economic activity, mainly in the States of Pernambuco, Bahia, São Paulo, Rio Grande do Sul and Santa Catarina. Is a vegetable grown primarily through its seeds, which may harbor and transporting micro-organism or pathogens that can be transmitted to the adult plant infecting all your parts and affecting the final establishment of culture. In this context, the sanitary quality is one of the crucial aspects for success within seed production programs. Among the technologies used in the seed treatment highlights the physical method that can be used as another form of control within a culture management. The present work had as objective to evaluate the effect of doses of gamma radiation and ultraviolet-C (UV-C) on the physiological and sanitary quality in two cultivars (IPA-10 and IPA-11) onion seed. The seeds were treated with five doses of gamma radiation (0.4; 0.8; 1.2; 1.6; 2.0 kGy) and UV-C (12; 24; 36; 48; 60 min.) and then left for evaluation of physiological and health parameters. The doses of gamma radiation don't affect germination and the electrical conductivity, improved the force (first count of germination), decreased the size of onion seedlings and increased protein content and chlorophyll contents oscillated, (b) and (a + b). The main fungi detected had their incidence decreased with increasing dose of irradiation. Already the UV-C radiation not negatively affected no physiological parameter and not the levels of proteins, there was also a surge in levels of chlorophyll (a), (b) and (a + b). Fungi with higher incidence had their small quantities with increasing dose UV-C, except *Cladosporium* sp. which presented a greater resistance and radio did not have effective control.

Keywords: *Allium cepa*, gamma radiation, UV-C, germination, vigor, protein, chlorophyll, fungi.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

TÍTULO: Radiações gama e ultravioleta-C na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cebola produzidas em Pernambuco

INTRODUÇÃO GERAL

Importância da cultura

A maioria dos botânicos concorda com Vavilov (1950) e apontam que o centro de origem da cebola é a Ásia Central, mais precisamente a região que atualmente compreende países como a Turquia, Irã, Afeganistão, Paquistão e Índia. O gênero *Allium* é altamente diversificado e contém mais de 600 espécies, entre elas podem ser citadas como comestíveis as espécies *A. fistulosum* L.(cebola galês ou poro japonês), *A. sativum* L., *A. ampeloprasum* L., *A. schoenoprasum* L.(cebolinha), *A. tuberosum* Rottler (cebolinha chinesa) (GOLDMAN; SCHROEK; HAVEY, 2000). *A. cepa* L. é a espécie mais cultivada e amplamente difundida no mundo, sendo cultivada a mais de 5.000 anos e largamente consumida pelos hindus, egípcios, gregos e romanos da antiguidade, não só a consumiam em abundância, como também a usavam na arte, medicina e, inclusive, na mumificação, sendo comum encontrá-la nos túmulos egípcios (FILGUEIRAS, 1982; SHIGYO; KIK, 2008). De acordo com Brewster (1994), acredita-se que tenha sido domesticado nas regiões montanhosas do Turcomenistão, Uzbequistão, Afeganistão, Paquistão e Norte do Irã.

A cebola é uma planta herbácea monocotiledônea, pertence à família das Liliáceas, diploide ($2n=16$), com folhas ocas, lisas e cerosas. O pseudocaule é formado pelas bainhas carnosas das folhas. A parte externa é envolta por uma túnica brilhante de coloração variável. O caule verdadeiro situa-se na base do bulbo de onde surgem as folhas e as raízes (COSTA et al., 2002). O sistema radicular é fasciculado, capaz de chegar a 60 cm de profundidade, embora a raiz se concentre em torno dos 20 cm de profundidade e 15 cm de raio. As raízes são tenras, finas, pouco ramificadas, de cor branca e odor típico da cebola. As suas flores são férteis e é predominantemente de polinização cruzada (75 a 95%), com uma umbela que pode conter até 1.000 flores individuais (CURRAH; OCKENDON, 1978). A cebola possui alto teor de carboidratos, sais minerais, baixos teores de proteínas e quantidade razoável de riboflavina e cálcio. É fonte de vitaminas A, B e principalmente C. Apresenta propriedades terapêuticas comprovadas, como a proteção contra algumas infecções do aparelho digestivo, diminuição do nível de glicose no sangue e proteção contra a arteriosclerose, além disso, possui compostos sulfurados que dão odor ao produto e tem função bacteriostática (COOPERCITRUS, 2012; RESENDE; MASCARENHAS; SIMÃO, 2002).

Segundo a FAO (2015), a produção mundial de cebola, em 2012 esteve na ordem 82.851.732 toneladas (t), proveniente de uma área em torno de 4.203.648 hectares (ha), com uma produtividade de 19,7 t/ha. Os três maiores países produtores de cebola no mundo são China (22,6 milhões de t), Índia (16,3 milhões de t) e Estados Unidos (3, 27 milhões de t), seguidos pelo Irã (2,2 milhões de t), Rússia (2,08 milhões de t), Egito (2,04 milhões de t), Turquia (1,81 milhões de t) e Paquistão (1,69 milhões de t). O Brasil na safra 2010/2011, ocupou a oitava posição mundial na produção de cebola, com um total de 1,51 milhões de toneladas, sendo o maior produtor da América do Sul, correspondendo a 36% da produção sul-americana. (SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

No Brasil, a cebola destaca-se ao lado da batata (*Solanum tuberosum* L.) e do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) como as olerícolas economicamente mais importantes tanto pelo volume produzido, como pela renda gerada, em torno de 1,3 milhões de reais. Seu cultivo é realizado nas regiões Nordeste (208.934 t), Sudeste (410.761 t), Sul (808.417 t) e Centro-Oeste (67,108 t). Os maiores produtores de cebola no ano de 2013 foram Santa Catarina e São Paulo, sendo que o estado da Bahia e Pernambuco ocuparam a quinta e sexta posição, respectivamente (IBGE, 2014). Essa importância econômica da cultura na região Nordeste deve-se aos Programas de Melhoramento Genético da cebola que foram iniciados pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) na década de 70, que teve como objetivos iniciais a obtenção de novas cultivares adaptadas às condições da região do Vale São Francisco, além da viabilização da produção de sementes nessa região (MELO, 1978; MENEZES et al., 1982). Já no início da década de 80 foram obtidas duas cultivares denominadas Pera IPA-1 e Pera IPA-2 dando início as primeiras cultivares adaptadas à região (WANDERLEY et al., 1980), até hoje devido as exigências agrônômicas e de mercado as cultivares de cebolas continuam no programa de melhoramento genético.

O cultivo da cebola no Brasil teve início com a chegada de imigrantes açorianos portugueses que colonizaram o Rio Grande do Sul durante o século XVIII (FRANÇA et al., 1997; MELO et al. 1998). No estado de Pernambuco, a produção de sementes de cebola foi iniciada pelo IPA em 1972, utilizando o processo de vernalização artificial de bulbos em câmaras frigoríficas. Essa tecnologia foi desenvolvida com a colaboração da ESALQ/USP (WANDERLEY et al., 1973). Durante algum tempo a tecnologia de produção de sementes fiscalizadas de cebola ocorreu apenas no âmbito da Empresa IPA, depois essa tecnologia foi difundida por meio das Unidades Demonstrativas localizadas em municípios do sertão do estado de Pernambuco (CANDEIAS et al., 1991).

Segundo Costa et. al (2002), a escolha da cultivar deverá ser em relação às condições climáticas da região produtora, bem como do tipo de bulbo exigido pelo mercado. As características são fatores importantes quando se trata de competitividade econômica, e em cebola, normalmente está associada à uniformidade dos bulbos em relação ao tamanho, formato, cor, sabor, firmeza e integridade da película externa, sanidade, ausência de brotação e embalagem. Na região Nordeste, mais precisamente na região do Vale do São Francisco, para o primeiro semestre utiliza-se as cultivares de coloração amarela, com ciclo variando de 110 a 130 dias da sementeira à colheita, tais como ‘Texas Early Grano-502’, ‘Valeouro IPA-11’, e os híbridos ‘Granex-429’, ‘Granex-33’ e ‘Mercedes’, e as cultivares com bulbos de coloração roxa: ‘Franciscana IPA-10’ e ‘Red Creole’. Para o segundo semestre sementeira a partir de julho, deve-se dar preferência às cultivares Pêra IPA-4 e Alfa Tropical, de cor amarela, e de coloração roxa (‘Franciscana IPA-10’). Atualmente, estima-se que cerca de 80% da área de produção de cebola adotam a cultivar “IPA10” e “IPA11” (SANTOS; OLIVEIRA, 2011). Essas duas cultivares apresentam uma boa resistência ao mal-das-sete-voltas (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e tolerância moderada ao *Thrips tabaci* Lind., além disso, a “IPA10” ainda apresenta resistência a mancha púrpura (*Alternaria porri* ELL.) (COSTA; RESENDE, 2007).

Qualidade fisiológica da semente de cebola

A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica é fundamental para o estabelecimento do “stand” em campos de produção. Para obter uma avaliação completa da qualidade de sementes é importante verificar as informações fornecidas pelos testes de germinação adicionados com o teste de vigor, esses possibilitam diferenciar os lotes de sementes selecionando os melhores para a comercialização (DIAS, 2006).

Segundo as Regras de Análises de Sementes (R.A.S.), a germinação é o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal em condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009). Esse teste permite determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes.

A Associação Oficial de Análise de Sementes (AOSA, 1983) determina que o vigor em semente seja um parâmetro mais sensível que a germinação para avaliar a qualidade da semente. Analisar o vigor é de grande importância para o agricultor, pois permite a obtenção de uma estimativa mais segura do potencial fisiológico (RODO, 2002). Conforme Hampton e Coolber (1990), a avaliação do vigor é cada vez mais relevante para muitas espécies de hortaliças, viabilizando a prática da sementeira de precisão, a eliminação de desbaste e a obtenção de maturação uniforme. Dentre os testes mais importantes de

classificação de vigor encontra-se o teste de frio, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (ISTA, 1995).

O teste de condutividade elétrica é, entre os de vigores, considerado um dos mais rápidos e tem sido bastante utilizado (HAMPTON, 199; TEKRONY, 1983), com resultados consistentes para ervilha *Pisum sativum* L (MATTHEWS; BRADNOCK, 1967), milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.), com resultados obtidos após 24 horas de embebição. Já para sementes relativamente pequenas, esse período de tempo pode ser reduzido (VIEIRA; KRZYNOWSKI, 1999). Estudos tem revelado resultados promissores para sementes pequenas de hortaliças como em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) (GUIMARÃES et al., 1993), cenoura (*Daucus carota* L.) (ANDRADE et al., 1995), tomate (RODO et al., 1998), pimentão (*Capsicum annum* L.) (TORRES; MINAMI, 2000) e cebola (TORRES, 1998). Vale ressaltar que ainda há a necessidade de estudos mais detalhados que visam o aprimoramento de procedimentos específicos para a condução do teste de condutividade elétrica principalmente em sementes de hortaliças, pois a temperatura, o número de sementes avaliadas e o volume de embebição são fatores avaliados para a padronização dos testes de vigor (RODO, 2002).

A semente de cebola, de forma geral, demora mais a germinar que as demais espécies hortícolas, e ainda, entre as culturas mais populares. Essa possui um período de vida curto, perdendo a viabilidade após a colheita, se as precauções essenciais não forem tomadas, principalmente em seu armazenamento (AMJAD; ANJUM, 2002). A percentagem e a velocidade de germinação também variam consideravelmente entre lotes (BEDFORD; MacKAY, 1973) e isso leva a uma dificuldade no estabelecimento da uniformidade das populações de plantas em campo (AMJAD; ANJUM, 2002). Na cebolicultura, cujo produto comercial é um órgão vegetativo, estudos dessa natureza são primordiais, pois cada planta origina uma única unidade de exploração, estando esta estritamente relacionada com a população de plantas (RODO, 2002).

Qualidade sanitária da semente de cebola

Vários fatores são relevantes na implantação de campos de produção de sementes e essenciais para obtenção de altos rendimentos das sementes que possuem qualidade genética, fisiológica e sanitária (MELO, 2007). A qualidade sanitária é um importante aspecto na cebolicultura, pois as infecções causadas por fitopatógenos limitam a produção de cebolas, causando consideráveis perdas em pré e pós-colheita.

A qualidade sanitária de sementes é um dos aspectos que mais tem merecido importância dentre os sistemas produtivos e o comércio agrícola. De forma geral, essa

qualidade é a consequência da ação integrada de uma série de fatores que ocorrem durante todo o processo de produção, considerando principalmente os reflexos negativos que a associação de patógenos com sementes pode gerar (BARROCAS; MACHADO, 2010; MACHADO, 1988).

As sementes, de modo geral, podem abrigar e transportar micro-organismos ou agentes patogênicos de todos os grupos taxonômicos, patogênicos ou não. Por isso a detecção e identificação desses micro-organismos torna-se uma ferramenta primordial para o manejo fitossanitário. Os critérios usados para a detecção de patógenos em sementes seguem as mesmas regras adotadas pela “International Seed Testing Association” (ISTA). Esses testes partem do princípio de estimular os micro-organismos a produzirem estruturas ou metabólitos que facilitem a sua identificação (BARROCAS; MACHADO, 2010).

Vários trabalhos têm sido publicados relacionando a detecção de fungos em sementes em diferentes culturas e vários métodos, sendo que para o teste de sanidade o papel de filtro é o mais amplamente conhecido e utilizado. Porém possui um ponto negativo no qual a incidência de micro-organismo contaminante desenvolve-se rapidamente neste substrato, o que dificulta a identificação e quantificação, sobretudo dos que possuem um crescimento lento (REIS et al., 1999). Dentre os tipos de teste de sanidade o método ágar em placa foi bem superior ao método de incubação em papel de filtro, pois elevou o número de fungos detectados, ou seja, é um teste mais sensível (ABD-EL-RAZIK et al., 1993; EL-NAGERABI, 2002).

Um dos fatores limitantes na produção de cebola são as infecções fúngica, as quais causam consideráveis perdas girando em torno de 10-50 %. Vários desses patógenos são naturalmente associados às sementes. Mesmo sabendo desse potencial de transmissão existem poucos estudos de fungos associados à semente dessa cultura. Podem-se citar várias espécies de fungos fitopatogênicos que já foram encontradas em sementes de cebola como: *Botrytis alii* Munn, *B. cinerae* Pers. ex. Fr., *B. squamosa* Walke, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* Schelecht, *F. solani* (Mart.), *F. avenaceum* (Corda ex Fr.), *F. moniliforme* Sheldon, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Wr., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries, *Geotrichum* sp. L., *Heterosporium alli-cepae* Ranoj, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *A. brassicicola* (Sch.) Wil., *A. porri* (Ell.) Cif., *Aspergillus niger* v. Tieghem, *A. flavus* Link ex Gray, *A. fumigatus* Fres, *A. alutaceus* (Berk. & M.A. Curtis), *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Stemphylium vesicarium* (Wallr.) Sim., *S. botryosum* Wallr., *Penicillium* spp.,

Colletotrichum circinas (Berk) Vogl., *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz.f. sp. *cepae*, *Dreschlera australiensis* (M.B. Ellis), *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium cepivorum* Berk, entre outros. Portanto, o papel de infecção fúngica e o desenvolvimento da doença que são transmitidas através das sementes devem ser estudadas para minimizar as possibilidades de infecção e perda no campo e no armazenamento (EL-NAGERABI; ABDALLA, 2004).

No sul do Brasil as principais doenças que podem ser transmitidas pelas sementes é a queima das pontas causada por *B. squamosa* e a mancha púrpura causada por *A. porri* (WORDELL FILHO; BOFF, 2006). Já no Nordeste, principalmente na região do Vale do São Francisco as principais doenças fúngicas, durante seu cultivo, são transmitidas pelas sementes como a mancha púrpura, queima das pontas, raiz rosada (*Pyrenochaeta terrestris* (Hans) Gorenz, antracnose ou mal das setes voltas (*C. gloeosporioides* f. sp. *cepae*) e a podridão basal (*F. oxysporum* f. sp. *cepae*). A principal forma de controle dessas doenças é o uso de cultivares resistentes e de sementes tratadas. Na pós-colheita da cebola, muitos patógenos presentes nas sementes são transmitidos e causam doenças durante o armazenamento e nas etapas seguintes chegando até ao consumidor final. Entre as doenças podem ser citadas o mofo preto (*A. niger*), o mofo verde (*Penicillium* spp.), a antracnose da cebola branca (*C. circinans*), a podridão basal (*F. oxysporum* f. sp. *cepae*) e podridão aquosa (*B. allii*). O controle preventivo dessas doenças é o uso da cura, pois desidrata as camadas mais externas da semente impedindo a penetração de fungos, além de evitar a perda de água dos bulbos. Durante o armazenamento, as condições ideais para uma conservação por até nove meses, gira em torno de uma temperatura de 0°C e 65-75% de umidade relativa (REIS; HENZ; LOPES, 2012).

Principais patógenos da semente de cebola

A infestação por fungos associados às sementes durante o período de armazenamento é um dos mais importantes fatores para causar uma perda rápida da viabilidade das sementes. Em trabalhos no Sudão, utilizando-se quatro variedades da mesma safra de diferentes regiões, Nagerabi e Abdalla (2004) detectaram 32 espécies, 19 gêneros de fungos e entre esses, 23 espécies novas, ou seja, tiveram seu primeiro registro na microbiota fúngica em sementes de cebola.

Aspergillus niger

É o agente causal da podridão negra em bulbos de cebola, sendo o mais comum patógeno pós-colheita. Esse patógeno é transmitido pelas sementes ou solos contaminados, geralmente inicia sua infecção no estágio de germinação das sementes de cebolas e pode

continuar até durante o armazenamento (HAYDEN; MAUDE, 1992; KOYCU; ÖZER, 1997). A sua eliminação das sementes é muito difícil, pois o tratamento com fungicida é ineficaz sob condições favoráveis à doença (ÖZER; KAYCU, 1998; SINCLAIR; LETHAM, 2001). O uso de cultivares naturalmente resistente é restrito devido à falta de uma cultivar que tenha alta resistência durante seu período de desenvolvimento (ÖZER, 1998)

Fusarium oxysporum f. sp. *cepae*

Agente causal da podridão basal em cebola é uma das doenças mais destrutivas dessa cultura e causa consideráveis perdas (ÖZER; KOYCU, 2004). Esse patógeno ocorre em toda parte do mundo e sobrevive por muito tempo no solo através de suas estruturas de resistência (WALKER, 1953). As sementes, bulbos-sementes e solos contaminados são as principais fontes de inóculo (KOYCU; ÖZER, 1997). As raízes infectadas tornam-se escuras, em seguida torna-se marrom e morrem. A podridão basal é uma doença devastadora podendo afetar plântulas, plantas adultas e bulbos. O uso de cultivares resistente é o melhor método de controle da doença (CRAMER, 2000).

Penicillium spp.

É o agente etiológico da podridão azul da cebola, é uma doença principalmente encontrada durante o armazenamento e transporte. Esse fungo é encontrado no solo e em resto de plantas e animais ou tecidos senescentes. A infecção dos bulbos acontece geralmente através de tecidos danificados por injúrias, fermentos ou pelo frio. A temperatura em torno de 5 °C e baixa umidade relativa são ideais para o armazenamento e esses tratamentos são eficazes para o controle da doença (BLACK et al., 2012).

Colletotrichum gloeosporioides

Causa a antracnose e mal-das-sete-voltas nas folhas. O fungo é bastante destrutivo em cultivos sob irrigação por aspersão ou em época chuvosa. Possui uma ampla gama de hospedeiro e sobrevive em resto de cultura e em hospedeiros alternativos. Sua disseminação se dá através da chuva, vento, água de irrigação e até insetos. As altas temperaturas entre 23-30 °C e umidade relativa elevada favorecem a infecção foliar (BLACK et al., 2012). O uso de fungicidas é recomendado, e o mercado também já possui cultivares com uma boa resistência a essa doença como: IPA 3, Belém, IPA 9, Franciscana IPA 10, Vale Ouro IPA 11 e Roxinha de Belém (ASSUNÇÃO et al., 1999).

Tecnologia de sementes

Na busca pelo aumento da produção e produtos de maior qualidade, a descoberta de novas tecnologias vem sendo incorporadas aos sistemas de produção. Entre essas novas

tecnologias está o uso de radiação em sementes, cujo processo de radiação consiste na aplicação de energia radiante a um alvo qualquer (INGRAM; ROBERTS, 1998).

Radiação Ultravioleta (UV)

A radiação UV foi descoberta em 1981 pelo cientista Johan Ritter. A UV faz parte da região não-ionizante do espectro, que compreende uma ampla faixa de comprimento eletromagnético correspondente a cerca de 8 a 9 % do total da radiação solar (BINTSIS et al., 2000; FREDERICK, 1993).

A radiação UV é tradicionalmente dividida em três faixas de comprimento de onda: UV-A (320-400 nm), comprimento de onda longo e representa 6,3% da incidência da radiação solar, compreendendo a parte menos perigosa da UV (HALLÓSY, 2002). A UV-B (280-320 nm) comprimento de onda médio, possui um interesse especial, pois esse comprimento de onda representa apenas 1,5 % do total de espectro. Pode induzir vários efeitos nocivos a planta, como por exemplo: a degradação de proteínas, de pigmentos e de ácidos nucleicos (CALDWELL et al 1998; HALLOSÝ, 2002). A UV-C (200-320 nm) comprimento de onda curto que é extremamente prejudicial ao organismo, mas não relevante em condições naturais de radiação solar (HALLOSÝ, 2002). É bastante utilizada na descontaminação de alimentos, devido ao seu efeito germicida que age no deslocamento físico de elétrons e quebra de ligações no ácido desoxirribonucleico (DNA) dos micro-organismos (GUEDES et al., 2009). Por último, a faixa de radiação UV-V (100-200 nm) que compreende a região do vácuo, que pode ser conhecida como UV distante. Essa radiação forma ozônio a partir do oxigênio do ar, que é tóxico e altamente reativo (BALL, 2007; GUEDES et al., 2009).

A eficiência de UV-C contra fitopatógenos em sementes pode ser verificado em tratamento das sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e feijão-da-china (*Vigna radiata* L.), onde em doses de 15-60 min de exposição a UV-C reduziu fungos, como *Fusarium* spp. E *Rhizoctonia solani* (SIDIQI, 2011). E ainda em sementes de cenoura foi eficiente na indução de resistência no controle da fitobactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Doidge) Dye.(BROW et al., 2001).

Radiação Gama

A radiação gama é um tipo de radiação ionizante, pois produz íons, radicais e elétrons livres na matéria. A ionização se deve ao fato das radiações possuírem energia alta o suficiente para quebrar as ligações químicas ou expulsar elétrons dos átomos após colisões (RUSTOM, 1997). A radiação gama é bastante penetrante e capaz de atravessar grandes espessuras. A técnica é um processo físico que surge como prática promissora para manter por

mais tempo os grãos e as sementes ao longo do seu período de armazenagem, conferindo-lhes segurança, deixando-lhes isentos dos micro-organismos, em especial os insetos e fungos (BRAGHDNI et al. 2009; TOLEDO et al., 2007).

A suscetibilidade de micro-organismos e/ou seus esporos a radiação gama tem sido bastante estudada. A radiação ionizante possui um efeito danoso, pois produz mudanças químicas sobre o substrato que inativa os micro-organismos. A energia afeta diretamente as moléculas de DNA, causando a deterioração de células bacterianas e fúngicas. Outro efeito da radiação (efeito indireto) é a interação da energia com as moléculas da água presentes no substrato, produzindo radicais livres e íons que atacam o DNA do micro-organismo, matando-o (AQUINO, 2011; FARKAS, 1985; SALEH, 1988).

Alguns trabalhos envolvendo a eficiência da radiação gama tem sido verificado como a utilização de diversas doses de irradiação gama (0-30 kGy) para descontaminação completa de sementes de Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.), revelando uma diminuição significativa dos fungos contaminantes e ainda preservou e/ou melhorou suas características nutricionais (BHAT et al., 2010). Braghini et al. (2009) avaliaram o efeito de várias doses de radiação gama (2, 5 e 10 kGy) sobre o desenvolvimento de *A. alternata* inoculada artificialmente em sementes de girassol, milho, trigo e arroz (*Oryza sativa* L.). Esses autores relataram que a incidência do fitopatógenos diminuiu com o aumento da dose de radiação gama.

Ranakrishna et al. (1991) comparando vários tipos de tratamento, incluindo a radiação gama, concluíram que para sua eficácia em matar micro-organismos, que estão externa ou internamente nas sementes de cevada, a dose de 4 kGy eliminou grande parte dos fungos *A. alternata*, *Fusarium* spp. E *Epicoccum* spp. Porém, para eliminar *Bacillus* spp. a dose foi de 12 kGy. A germinação foi melhorada na dose de 8 kGy, mas gradualmente diminuída em doses mais elevadas em até 15 kGy.

Risk e Moussa (2003) avaliando o impacto da radiação gama sobre as sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), verificaram que as infecções por *R. solani*, *S. rolfsii* Sacc e *Fusarium oxysporum* foram diminuídas com o aumento das baixas doses de radiação gama. O estudo de radiações no controle de patógenos de sementes vem crescendo, e geralmente demonstram algum tipo de radiosensibilidade ou radio-resistência e até mesmo a eliminação desses micro-organismos. No entanto, ainda precisa obter mais estudos para serem utilizados nos programas de melhoramento e na comercialização de sementes.

Assim sendo, é essencial o estudo para o desenvolvimento de tecnologias que visem o manejo integrado no controle de patógenos associados às sementes de cebola, tendo

em vista que importantes fitopatógenos dessa cultura são de difícil controle e ainda não se encontrou variedades resistentes aos mesmos. A utilização de radiação gama e ultravioleta, pela sua ação germicida, podem ser mais uma ferramenta que venha a adicionar na eficiência da diminuição ou erradicação desses patógenos, contribuindo no aumento das qualidades fisiológicas e sanitárias e evitando que as sementes sejam fonte de inóculo inicial de doenças no campo. Além disso, esses métodos podem vir a contribuir com a preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida, através da diminuição da utilização de produtos químicos, no caso os fungicidas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da radiação gama e ultravioleta no controle de patógenos associados às sementes de duas cultivares de cebolas, preservando sua qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMJAD, M.; ANJUM, M. A. Effect of gamma radiation on onion seed viability, germination potential, seedling growth and morphology. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, n. 39, p. 202-206, 2002.

AYNEHBAND, A.; AFSHARINAFAR, K. Effect of gamma irradiation on germination characters of amaranth seeds. **European Journal of Experimental Biology**, v. 2, n. 4, p. 995-999, 2012.

BEDFORD, L.V.; MacKAY, B. D. The value of laboratory germination and weight measurements in forecasting emergence of onion and carrot seed in the field. **Journal of the National Institute of Agricultural Botany**, Cambridge, n. 13, p. 50-62, 1973.

BHAT, R; SRIDHAR, K. R.; KARIM, A. A.; YOUNG, C. C.; ARUN, A. B. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n.10, p. 9524–9531, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Teste de germinação. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. cap. 5, p. 148-224.

BRENES, M.; GARCIA, P.; DURAN, M. C.; GARRIDO, A. Concentration of phenolic compounds changes in storage brines of ripe olives. **Journal of food Science**, Malden, n. 58, p. 347-350, 1992.

CANDEIA, J. A., SILVA, M. C. L.; MENEZES, J. T. Cultura da cebola. Disponível em: <http://www.ipa.br/resp25.php>. Acesso em: 15 nov. 2014.

CANDEIA, J. A., FERRAZ, E. CRUZ, D. G. WANDERLEY JÚNIOR, L. J. G.; QUEIROZ, M. A. Programas de difusão de tecnologias de sementes de cebola no Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, p. 73, 1995.

CHEENG, W. G.; BREEN, P. J. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentration of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruits. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, n. 116, p. 865-869, 1991.

COOPERCITRUS. Cebola: Terceira hortaliça mais produzida do mundo. Disponível em: <http://www.revistacoopercitrus.com.br/?pag=materia&codigo=6177>. Acesso: 12 nov. 2014.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F. CANDEIA, J. A. VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 20-27, 2002.

DAWE, R. S., COMERON, H.; YULE, S., MAN, I., WRIGTH, W.; IBBOTSON, S. H.; FERGUSON, J. A randomized controlled trial of narrow band ultraviolet B vs. bath-psoralen plus ultraviolet A photochemotherapy for psoriasis. **British Journal of Dermatology**, Derby, v. 148, n. 6, p. 1194-1204, 2003.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p.427-452, 1973.

DRAPEAU, G.,: Protease from *Staphylococcus aureus*. In: LORAND, L. (Org.) **Methods in Enzymology**. New York: Academic Press, 1974, p. 469-475.

EFSA – European Food Safety Authority. Scientific opinion on the efficacy and microbiological safety of irradiation of food. **EFSA Journal**, Luxemburg, v. 9, n. 4, p. 1-88, 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso: 01 fev. 2015.

CAMARGO FILHO, W. P. C.; CAMARGO, F. P. Evolução da produção e importação de cebola no Brasil, no período de 1990 a 2007. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 26, 2008. **Palestra...** Maringá: ABH (CD-ROM).

FRANÇA, J. G. E.; CANDEIA, J. A.; MARANHÃO, E. A. A.; MENEZES, D.; WANDERLEY, L. J. G. Development of short-day yellow onion for tropical environments of the Brazilian Northeast. **Acta Horticultural**, Leuven, n. 433, p. 285-289, 1997.

GOLDMAN, I. L.; SCHROEK, G.; HAVEY, M. J. History of public onion breeding programs in the United States, **Plant Breeding Reviews**. v. 20, n. 3, p. 67-103, 2000.

GONZALEZ-DECTOR, D. F.; SAN MARTIN, E. P.; LOPEZ-MALO, A. Inactivation of *Escherichia coli* on alfafa seeds by ultraviolet (UV-C) irradiation. **IFT Annual Meeting**, New Orleans, Louisiana Session, July, p. 15-20, 2005.

GRIFFITHS, H. R.; YELLE, R. V.; MARLEY, M. S. Molecular and cellular effects os ultraviolet light-induced genotoxicity. **Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences**, Boca Raton, v. 35, n. 3, p. 189-237, 1998.

GURGEL, L. M. S.; OLIVEIRA, S. M. A. de; COELHO, R. S. B.; SILVA, R. L. X. Proteção da murcha de fusário do tomateiro com acibenzolar-S-metil e ácido β -aminobutírico, em campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p.655-657, 2005.

HAMEED, A.; SHAH, T. M.; ATTA, B. M.; HAQ, M. A.; SAYED, H. Gamma irradiation effects on seed on seed femination and grow, protein content, peroxidase and protease

activity, lipid peroxidation in desi and Kabuli chickpea. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, n. 40, p. 1033-1041, 2008.

HOLICK, M. F. Vitamin D. Importance in the prevent of cancers, type 1 diabetes, heart disease and osteoporosis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, n. 79, p. 362-371, 2004.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/>>. Acesso em: 29 jan. 2014.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. 116 p.

INVESTNE. Cresce produção de milho em Pernambuco. Disponível em: <http://www.investne.com.br/geral/producao-de-milho-cresce-em-pernambuco>. Acesso em: 07 fev. 2015.

KHAWAR, A.; BHATTI, I. A.; KHAN, Q. M.; BHATTI, H. N.; SHEIKH, A. A germination test: an easy approach to know the irradiation history of seeds. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 47, n. 3, p. 279-285, 2010.

LIU, X.; HUANG, B. Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping bentgrass. **Crop Science**, Madison, n. 40, p. 503-510.

LUCCA FILHO, O. A. Testes de sanidade de sementes de milho. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V. da S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 430-440.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MELLO, S. C.; SPINOLA, M. C. M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1151-1155, 1999.

MELO, P. C. **Seleção massal estratificada em duas populações de cebola (*Allium cepa* L.). Baía Periforme no vale do São Francisco**. 1978. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1978.

MELO, P. C. T. Produção de sementes de cebolas em condições tropicais e subtropicais. 2007, 14 p. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Paulo%20C%20C3%A9sar-1_Prod_%20sem_cebola.pdf Acesso em: 7 fev. 2015.

MELO, P. C. T.; RIBEIRO, A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Sistema de produção, cultivares de cebola e o seu desenvolvimento para as condições brasileiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CEBOLA. **Anais...** ANACE: Piedade. p. 27-61.

MENEZES, D.; WANDERLEY, L. J. G.; CANDEIA, J. A.; SÁ, V. A. L.; MELO, P. C. T. Pêra IPA-4 (verão): uma nova cultivar de cebola (*Allium cepa* L.) do grupo Baía Periforme para plantio de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, 1982, Vitória. **Resumos...** Vitória: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p. 92.

- MORAES, M. G. Mecanismos da resistência sistêmica adquirida em plantas. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 6, p. 261-284, 1998.
- MORETTO, K. C. K.; BARRETO, M.; INOUE, R.Y. Levantamento de fungos associados a sementes em algumas espécies de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p.7-9, 1997.
- PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 149-153, 1995.
- REIS A.; HENZ, G. P.; LOPES, C. A. Comunidade técnica. Doenças da cebola. Brasília, novembro de 2012. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas-producao/cultivo_da_cebola/doencas.htm#topo. Acesso em: 15 jan. 2015.
- REIS, A.; HENZ, G. P.; LOPES, C. A. Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.): Doenças e métodos de controle. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/doencas.htm>. Acesso em: 15 nov. 2014.
- RODO, A. B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebolas e sua relação com o desempenho das plantas em campo**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’. Piracicaba-jan. 2002.
- RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 23-28, 1998.
- ROTA, G. R. M.; PIEROBOM, C. R. Detecção de *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cepae* e outros fungos em sementes de cebola (*Allium cepa* L.) em teste de sanidade, com incubação sob diferentes temperaturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 149, 1997. (Resumos).
- SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Melhoramento genético de cebola no Brasil: avanços e desafios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. Horticultura Brasileira, 51, 2011. **Palestra...** Viçosa: ABH (CD-ROM).
- SARTORI, A. F., REIS, E. M., CASA, R. T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v. 29, n. 4, p. 456-458, 2004.
- SCF (Scientific Committee on Food). Food - Science and Techniques. **Reports of the Scientific Committee for Food** (Eighteenth Series). Luxembourg: The European Commission, 1986.
- SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of the Agriculture and Food Chemistry**, Washington, n. 9, p. 301-304, 1992.

SELVAN, E.; THOMAS, P.; Application of flow cytometric DNA measurement in the detection of irradiated onion. **The Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, n. 67, p. 293, 1995.

SHIGYO, M.; KIK, C. Onion. In: PROHENS, J.; NUEZ, F. **Vegetables II**. New York: Springer, 2008. v. 2, p.121-159.

SIDDIQUI, A.; DAWAR, S.; ZAKI, M. J.; HAMID, N. Role of ultraviolet (UV-C) radiation in the control of root infecting fungi on groundnut and bean. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 43, n. 4, p. 2221-2224, 2011.

SPINOLA, M. C. M.; CALIARI, M. F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 301-305, 1998.

STOEVA, N.; BINEVA, Z. Physiological response of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to UV-radiation contamination I. Growth, photosynthesis rate and contents of plastid pigments. **The Journal of Environmental Protection and Ecology**, Thessaloniki, n. 2, p. 299-303, 2001.

STOEVA, N.; ZLATEV, Z.; BINEVA, Z. Physiological response of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to UV-radiation contamination II. Water-exchange, respiration and peroxidase activity. **The Journal of Environmental Protection and Ecology**, Thessaloniki, n. 2, p. 304-308, 2001.

VALILOV, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. **Chronica Botanica**, Wageningen, v. 13, p. 1-364, 1950.

VERONA, L. A. F.; PACHECO, A. C.; ZANINI-NETO, J. A.; GANDIN, C. L.; THOMAZELLI, L. F. Qualidade e produtividade de sementes de cebola na região Oeste Catarinense - safra 1994/95. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 29-32, 1996.

VILELA, N. J.; MAKISHIMA, N.; CAMARGO FILHO, W. P.; BOEING, G.; MADAIL, J. C. M.; COSTA, N. D.; MELO, P. C. T. Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.): mercado e comercialização. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/mercado_e_comercializacao.htm. Acesso em: 15 nov. 2014.

WANDERLEY, L. J. G.; COSTA, C. P.; MELO, P. C. T.; CANDEIA, J. A.; MENEZES, D.; SOUTO, J. P. M. Cebola 'Pêra IPA-1' e 'Pêra IPA-2': Novas cultivares para as condições do vale do submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20, 1980, Brasília. **Anais ...** Brasília: Distrito Federal, 1980. p. 17-8.

WORDELL FILHO, J. A.; BOFF, P. Doenças de origem parasitária. In: WORDELL FILHO, J. A.; ROWE, E.; GONCALVES, P. A. S.; DEBARBA, J. F.; BOFF, P.; THOMAZELLI, L. F. **Manejo fitossanitário na cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 19-162.

XIUZHER, L. Effect of irradiation on protein content of wheat crop. **Journal of Nuclear Agricultural Sciences**. Beijing, n. 15, p. 53-55, 1994.

CAPÍTULO II

Efeito da radiação gama sob a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola

1 Efeito da radiação gama sob a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola

2 Leilson L. S. Silva¹, Sônia M. A. de Oliveira¹, Luciana M. S. Gurgel², Regina C. T. da Rosa²,
3 Tereza C. de Assis²

4 ¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, Departamento de
5 Agronomia/Universidade Federal Rural de Pernambuco CEP: 52.171-900, Recife, PE, Brasil;

6 ²Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA-CEP: 50761-000, Recife, PE, Brasil.

7 (Aceito para publicação em/..../....)

8 Autor para correspondência: Leilson Lopes Santos Silva, e-mail: leilsonlopes@ig.com.br

9 SILVA, LLS, OLIVEIRA, SMA, GURGEL, LMS, ROSA, RCT, ASSIS, TC. Efeito da
10 radiação gama sob a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de cebola. Tropical Plant
11 Pathology.

12 RESUMO

13 A semente de cebola é a terceira hortaliça de maior interesse no Brasil devido a sua importância
14 socioeconômica em regiões produtoras. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de
15 doses de radiação gama (0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 kGy) sobre a qualidade fisiológica e no controle
16 de fungos associados a sementes de cebola em duas cultivares a IPA-10 e a IPA-11. As doses
17 de radiação gama não afetaram a germinação e condutividade elétrica das duas cultivares.
18 Todas as doses de radiação afetaram negativamente o comprimento radicular, aéreo e o
19 tamanho total das plântulas de cebola. Houve diferença das médias do teste de Primeira
20 Contagem de Germinação, em que todas as doses foram iguais ou superiores a testemunha. A
21 incidência dos *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* sp. tiveram sua
22 incidência diminuída com o aumento da dosagem de radiação. O *Rhizopus* sp. não foi sensível
23 as doses de radiação gama, assim como os fungos *Cladosporium* sp. e *Diplodia* sp. devido ao
24 teor de melanina que confere uma certa radio resistência.

25 Palavras-chaves: *Allium cepae*, germinação, vigor, fungos, clorofila, proteína.

27

ABSTRACT

28 The onion seed is the third most interest vegetable crop in Brazil due to its socio-economic
29 importance in their production regions. The aim of study was to evaluate the effect of gamma
30 radiation doses (0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 kGy) on the physiological quality and fungi control
31 associated in two cultivars (IPA-10 and IPA-11) onion seeds. The gamma radiation doses did
32 not affect seed germination and electrical conductivity in both cultivars. All radiation doses
33 negative affected the root length, air and the total size of the seedling. A difference in the
34 averages of the First Count Germination test, in which all doses were equal or superior to the
35 control. The incidence of *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Fusarium* spp. and *Aspergillus* sp.
36 and their incidence had decreased with increasing dosage. *Rhizopus* spp. was not sensitive to
37 such radiation doses well as fungi *Cladosporium* sp. and *Diplodia* sp. due to the melanin
38 content gives a certain resistance radio.

39 Key words: *Allium cepae*, germination, vigor, fungi, chlorophyll, protein.

40

INTRODUÇÃO

41 A cebola (*Allium cepae* L.) é uma importante cultura no Brasil, ficando atrás apenas
42 da batata e do tomate, além de constituir uma importante atividade socioeconômica,
43 principalmente na região do Nordeste brasileiro (Boening, 2002). Durante o ano de 2012, o
44 Brasil produziu 1,51 milhões de toneladas, sendo o maior produtor da América do Sul (Fao,
45 2012).

46 A cebola é um alimento que possui alto teor de carboidratos, sais minerais e baixo
47 teor de proteínas e quantidade razoável de riboflavina e cálcio. Possui vitamina A, B e
48 principalmente C, além de possuir propriedades terapêuticas comprovadas, proteção a algumas

49 infecções, diminuição da glicose e proteção contra a arteriosclerose (Coopercitrus, 2012;
50 Resende; Mascarenhas; Simão, 2002).

51 A semente de cebola, em comparação as demais hortícolas, demora mais tempo a
52 germinar, e ainda possui um período de vida curto, pois pode perder sua viabilidade após a
53 colheita (Amjad; Anjum, 2002). Devido a esses fatores, a semente de cebola deve possuir alta
54 qualidade fisiológica (alta germinação e vigor) já que o produto comercial é um órgão
55 vegetativo e cada planta origina uma única unidade de exploração (Rodo, 2002). Outro
56 elemento importante é a qualidade sanitária, assim como as demais culturas, as sementes de
57 cebolas podem abrigar e transportar micro-organismo ou agentes patogênicos que podem ser
58 transmitidos para a planta infectando folhas, bulbos e raízes (Barrocas; Machado, 2010).

59 Em trabalhos com detecção de fungos de sementes de cebola, Nagerabi e Abdalla
60 (2004) detectaram 32 espécies em 19 gêneros de fungos e 23 novas espécies. Dentre esses
61 fungos se destacaram: *Aspergillus niger* que esteve presente em todas as amostras e em grande
62 quantidade, sua infecção inicia no estágio de germinação e pode continuar durante o transporte
63 e armazenamento; *Fusarium oxysporum* veio em segundo lugar em incidências nas sementes,
64 afetando principalmente bulbos e raízes. Além desses, outros fungos como *Alternaria*
65 *alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* spp., *Aspergillus*
66 spp., *Rhizoctonia solani* e *Botrytis* spp., além de outros patógenos (Koycu; Ozer, 1997), já
67 foram detectados em sementes de cebola.

68 A radiação de produtos vegetais é proveniente de fontes de Cobalto⁶⁰ e Césio¹³⁷,
69 apenas essas são consideradas de uso comercial devido à produção de raios gama de energia
70 adequada, disponível e de baixo custo. Essas fontes de radiação gama são as que têm a maior
71 aceitação por apresentar-se na forma metálica e insolúvel em água, proporcionando maior
72 segurança ambiental (Food Irradiation, 1996).

73 A radiação gama é um processo físico, penetrante e capaz de atravessar grandes
74 espessuras, que surge como prática promissora para manter por mais tempo os grãos e as
75 sementes isento de micro-organismos, em especial os fungos ao longo do seu período de
76 armazenagem, conferindo-lhe maior segurança (Toledo et al., 2007; Braghdni et al. 2009). A
77 Organização Mundial de Saúde estimula o uso da radiação de sementes, que é descrita como
78 uma técnica que preserva e melhora a segurança alimentar (Who, 1999).

79 A radiação gama já possui aplicações na agricultura, devido a sua eficiência na
80 esterilização de materiais e é usada também na inibição dos brotos em túberos e bulbos, e ainda
81 retardam o processo de maturação e deterioração de frutas e hortaliças (Food Irradiation, 1996).
82 Seu potencial estéril interfere no desenvolvimento dos micro-organismos como os fungos,
83 bactérias, vírus e leveduras (Frazier; Westhoff, 1993). A dose letal da radiação pode variar de
84 acordo com o organismo e sua estrutura. Por exemplo, os fungos são mais resistentes que as
85 bactérias a radiação ionizante (Diehl; Josephson, 1994).

86 O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de radiação gama sobre
87 sementes de cebolas, levando em consideração a qualidade fisiológica e o controle de fungos
88 fitopatogênicos associados às sementes.

89 **MATERIAIS E MÉTODOS**

90 **Amostras e aplicação da radiação gama**

91 O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia de Sementes e Análise de
92 Sementes do IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária), bem como no
93 Laboratório GamaLab do Departamento de Energia Nuclear – DEN da Universidade Federal de
94 Pernambuco em 2014. Duas cultivares de sementes de cebola, Vale Ouro-IPA11 e Franciscana-
95 IPA10 foram expostas a fonte de Co^{60} (GammaCell[®]220Excel – MDS Nordion International)

96 cuja a taxa no momento de aplicação era de 7,222 kGy/h. As doses de radiação gama aplicadas
97 foram 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 kGy e a testemunha constou de sementes de cebola das duas
98 cultivares não irradiadas. Após a aplicação da radiação, as sementes foram submetidas a
99 diferentes parâmetros de qualidade e sanidade.

100 **Teste de Germinação, Vigor, Condutividade Elétrica e Sanidade**

101 Para determinação da capacidade de germinação, as sementes das duas cultivares de
102 cebola foi disposto em gerbox transparentes sob duas camadas de papel de filtro previamente
103 umedecido a 20 °C, onde se utilizou quatro repetições de 100 sementes por tratamento. A
104 avaliação de plântulas foi realizada no 6º dia (Primeira Contagem de Germinação-PCG) e no
105 12º dia (Segunda Contagem de Germinação) após a semeadura, seguindo os critérios das
106 Regras de Análise de Sementes-R.A.S. (Brasil, 2009). O resultado foi expresso em
107 porcentagem de plântulas normais por tratamento (Nakagawa, 1994).

108 No teste de vigor foram realizados dois parâmetros: a medição do comprimento da
109 parte aérea e radicular e o total do tamanho da plântula, medidos em milímetro (mm). Utilizou
110 quatro repetições de 15 plântulas após o fim do teste de germinação. A unidade amostral foi de
111 15 plântulas totalizando 60 plântulas.

112 O outro parâmetro realizado foi o teste de condutividade elétrica em que se
113 empregou o método de massa (Aosa, 1983), utilizando quatro repetições de 50 sementes por
114 tratamento. As sementes de cebola das duas cultivares foram previamente pesadas e imersas em
115 50 mL de água destilada permanecendo por quatro horas. Após esse período realizou-se a
116 leitura da condutividade elétrica em condutímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de
117 sementes.

118 Seguindo as Regras de Análise de Sementes (RAS), foram usadas 400
119 sementes/cultivar, o teste utilizado foi em meio sólido água-ágar utilizando 16 sementes/placa
120 totalizando 25 placas por tratamento. As placas foram dispostas sob luz fluorescente e
121 fotoperíodo de 12 horas a uma temperatura de 20 °C por um período de sete dias. A
122 identificação das colônias desenvolvidas a partir das sementes foi realizada através do
123 microscópio estereoscópico, observando a formação das estruturas típicas de fungos (Brasil,
124 2009). O resultado foi expresso através da frequência de patógenos.

125 **Quantificação da Proteína**

126 A proteína total solúvel foi quantificada através do método Bradford (Bradford,
127 1976). Para cada tratamento foi realizado quatro repetições e o resultado expresso em mg da
128 proteína por grama de plântula.

129 **Quantificação da clorofila**

130 O material fresco da plântula (1g) foi extraído de acetona a 80% e centrifugado a
131 1000 g (três vezes) por cinco minutos. A absorbância do extrato foi realizado a 645 e 663 nm
132 (Maclachlan; Zalik, 1963).

133 **Análise Estatística**

134 O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados com seis
135 tratamentos e quatro repetições, utilizando o *software* Assistat (Silva; Azevedo, 2009). Os
136 dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi
137 realizada pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

138 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

139 **Qualidade fisiológica das sementes**

140 Assim que as sementes foram irradiadas seguiu os testes sobre os vários parâmetros
141 de qualidade fisiológica das sementes (Tabela 1). As baixas doses de radiação gama não
142 afetaram significativamente a germinação das sementes e nem a condutividade elétrica (C.E.)
143 das duas cultivares de cebola utilizadas, em que a variação foi de 80,95 a 82,75% e 179,46 a
144 212,14 $\mu\text{mho/cm/g}$ respectivamente, para cultivar IPA10. Já para cultivar IPA11, a variação foi
145 de 89,5 a 95,5 % da germinação e 157,32 a 183,54 $\mu\text{mho/cm/g}$ para os compostos lixiviados da
146 C.E. Em trabalhos com sementes de cebolas irradiadas, Amjad e Anjum (2002) obtiveram uma
147 diferença significativa nesses dois parâmetros, no qual a C.E. aumentava com o aumento das
148 doses de radiação e a porcentagem de germinação diferiu da testemunha apenas na dose de 0,1
149 kGy. Porém, em sementes de *Lepidum sativum* L. (Majeed et al., 2010), *Zea mays* L. (Ahmad;
150 Qureshi, 1992) e *Triticum aestivum* L. (Din, et. al., 2003) obtiveram um atraso na germinação
151 após uso de radiação gama.

152 Já o teste de PCG houve diferença significativa para as duas cultivares em que o
153 comportamento da IPA10 na dose de 2,0 kGy diferindo da testemunha (Tabela 1). Porém, com
154 a cv. IPA11 as dosagens a partir de 1,2 kGy apresentaram médias em torno de 90% diferindo
155 da dose zero com média de 77,75 %. Kobori et al. (2010) avaliando dois lotes de sementes de
156 mamonas (*Ricinus comunis*) obteve resultados diferenciados, em um lote a dosagem de 0,5 kGy
157 não diferiu da dose zero e em outro lote, todas as dosagens foram diferente da testemunha.

158 Sobre o efeito das doses de radiação no comprimento de plântulas, verificou-se que
159 todas as dosagens aplicadas nas sementes das duas cultivares de cebola tiveram seus tamanhos
160 reduzidos. Na cultivar IPA11 a dose de 0,4kGy apresentou uma inibição mais pronunciada. Isso
161 também ocorreu em sementes de cebolas que também passaram por processo de radiação em
162 que todas as dosagens afetaram os comprimentos da parte aérea, radicular e o tamanho da
163 plântula total segundo trabalho desenvolvido por Amjad & Anjum (2002). Segundo Kwar et

164 al. (2010), doses de radiação gama influenciaram no comprimento da parte aérea, radicular e
165 tamanho total de plantas, onde detectaram que foram reduzidos com o aumento das doses da
166 radiação em sementes de trigo, milho, grão de bico e feijão-caupi, no qual as doses de 2,0 kGy
167 diminuíram em média dois milímetro a raiz e 0,5 mm a parte aérea. Já as plântulas de cebola
168 das duas cultivares avaliadas no presente trabalho tiveram uma redução em torno de 17 mm da
169 parte aérea e radicular, e da plântula total de 30 mm.

170 **Fatores Bioquímicos**

171 O conteúdo protéico foi estimado nas duas cultivares IPA10 e IPA11 de cebola que
172 sofreram o efeito das cinco doses de radiação gama como apresentado na Tabela 2. Verificou-
173 se que nas duas cultivares, as sementes irradiadas apresentaram teores de proteínas maiores que
174 a testemunha, isso pode ser explicado pelo fato que quando a radiação afeta as proteínas isso
175 poderá resultar em quebra da mesma, seguido por um rearranjo das subunidades protéicas
176 (Sonntage, 1987), ocorrendo um aumento da rearticulação dos peptídeos ou proteínas para
177 formar dímeros ou tetrâmeros através da ação de radicais livres. Afify et al. (2009) realizando a
178 determinação da proteína solúvel em soja, amendoim e gergelim que estavam sobre o efeito da
179 radiação gama, verificaram que todas as seis doses (0,5-7,5 kGy) apresentaram o teor de
180 proteína superior a testemunha. O mesmo aconteceu em sementes irradiadas de grão de bico em
181 que uma cultivar a partir da dose de 0,9 kGy apresentou o conteúdo de proteína total superior a
182 testemunha (Hameed et al., 2008).

183 A quantificação de clorofila (Tabela 2) teve comportamento diferente entre as
184 cultivares. Na cultivar IPA10 houve diferença entre as médias, no qual a dose de 1,6 kGy foi a
185 única que diferiu e foi maior que a testemunha e as demais doses. Porém, essa mesma dose no
186 teor de clorofila 'b' apresentou valor menor que a testemunha e na clorofila total, não houve
187 diferença das doses com a testemunha. Já na cultivar IPA11, as duas maiores doses de radiação

188 apresentaram uma quantificação maior de clorofila 'a', já a 'b' não diferiu significativamente,
189 porém a clorofila total apresentou um aumento com o aumento da dose de radiação. A radiação
190 de produtos vegetais causa modificações, alterando os níveis de antioxidantes e fitoquímicos
191 (Allothman et al., 2009). Em trabalhos com sementes de trigo irradiados a 0,1 e 0,2 kGy,
192 Borzouei et al. (2010) demonstraram um aumento nos teores de clorofilas a, b e total. A
193 radiação gama induz a várias alterações fisiológicas e bioquímicas, essas alterações incluem
194 mudanças na estrutura celular da planta e o seu metabolismo como a dilatação da membrana
195 dos tilacóides, alteração na fotossíntese, variação nos sistemas antioxidante e acumulação de
196 compostos fenólicos (Wi et. al., 2007).

197 **Qualidade Sanitária das Sementes**

198 Conforme apresentado na Tabela 3, os fungos *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e
199 *Fusarium* spp. que apresentaram grande incidência nas duas cultivares de cebola tiveram sua
200 diminuição com o aumento da dose de radiação gama. O *A. niger* obteve um controle de
201 81,00% na cv. IPA10 e de 95,25% na cv. IPA11. Porém nas doses mais baixas não foi efetivo
202 seu controle, possivelmente pelo fato que na dose de 0,5 kGy estimula a produção de
203 aflotoxinas, e em doses de 1,0-2,0 kGy reduz essa produção (Afifi et al., 2003), e na dose de
204 3,0 kGy tem a atividade de produção da micotoxina parada (Al-Abdalall, 2014). A
205 porcentagem de sementes infectadas por *Penicillium* sp. diminuiu com o aumento da dose. O
206 *Penicillium* possui uma radiosensibilidade na dose de 1,0 kGy (Geweely; Nawar, 2006), mas
207 pra sua eliminação completa requer dose de 10,0 kGy, no qual é a mesma dose para a
208 eliminação de *Cladosporium* sp. e de *Rhizopus* sp. (Aquino et al., 2007). O *Fusarium* spp. na
209 cultivar IPA10 teve sua diminuição em todas as doses de radiação gama sendo que na dose
210 mais elevada apresentou apenas 1,75% de frequência. Já na IPA11 mesmo possuindo certa
211 resistência na dose de 0,4 kGy teve seu controle diminuído para 1,25%, também na dose mais

212 alta. Essa baixa radiosensibilidade, concorda com a mesma faixa para *Fusarium solani* que
213 tem sua faixa de inibição de 1,7-2,5 kGy (Saleh et al., 1988). Já para *Fusarium verticillioides* a
214 faixa de inibição é 5,0 kGy e para total descontaminação em milho é de 10,0 kGy (Aquino,
215 2011).

216 Espécies detectadas dentro do gênero *Aspergillus* apresentaram uma baixa
217 incidência e até tiveram seu controle zerado na dose de 1,6 kGy. Mas, na cv IPA11 retornou a
218 surgir na dose de 2,0 kGy, porém sua faixa de inativação em milho é de 2,5 a 3,0 kGy (Saleh et
219 al., 1988). Patógenos como *Cladosporium* sp. e *Diplodia* sp. classificados como dematiáceos,
220 possuem um pigmento escuro chamado melanina (um polímero), o qual confere a estes uma
221 certa proteção a radiação ionizante e ultravioleta. Esse pigmento também está relacionado a
222 radio resistência (Aquino, 2011).

223 A radiosensibilidade em micro-organismo irá depender da sua estrutura química e
224 física, além de recuperar os danos causados pela radiação. A quantidade de radiação necessária
225 para o controle de fungos em sementes irá variar de acordo com a resistência de determinadas
226 espécies e com a quantidade de organismo presentes nas mesmas (Maity et al., 2008). Outro
227 fator importante é o aumento da radio resistência de algumas espécies de fungos principalmente
228 como os que possuem melanina, os que tem vários tipos de conídios (diploide e poliploide)
229 apresentando um aumento no número de cromossomos e ainda os que possui macroconídios
230 multicelular, contribuindo para o aumento da resistência a radiação gama (Saleh et al., 1988).

231 **AGRADECIMENTO**

232 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela
233 concessão da bolsa de estudo. Ao IPA pela concessão do laboratório de análise de sementes,
234 patologia de sementes e fitopatologia para o desenvolvimento dos trabalhos e do laboratório de
235 energia nuclear (UFPE) pela aplicação da radiação.

236

REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS

- 237 Afifi, A. F.;Foaad, M. A.;Fawzi, E. M. Effect of gamma irradiation on elimination of aflatoxins
238 produced by apple mycoflora in apple fruits. **Acta Microbiologica Polonica**,v.52, n.4, p.379-
239 386, 2003.
- 240 Afify, A.M.M.R.; Rashed, M.M.; Mahmoud, A.; El-Beltagi, H. Effect of radiation on protein
241 profile, protein fraction and solubility's of three of oil seeds: Soybean, Peanut and Sesame.
242 **Notulae Botanicae Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.39, n.2, p. 90-98, 2011.
- 243 Ahmed, S.; Qureshi, S. Comparative study of two cultivars *Zea mays* L. after seed irradiation.
244 **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v.8, n.4, p.441-447, 1992.
- 245 Al-Abdalall, A.H.A. Inhibitory effect of gamma radiation in degrading and preventing fungal
246 toxins.**Journal of Food, Agriculture & Environment** v.12, n.3e, 77-81. 2014.
- 247 Alothman, M.; Bhat, Rajeev; Karim, A.A. Effects of radiation processing on phytochemicals
248 and antioxidants in plant produce. **Trends in Food Science & Technology**, v.20, n.5, p.201-
249 212, 2009.
- 250 Amjad, M.; Anjum, M.A. Effect of gamma radiation on onion seed viability, germination
251 potential, seedling growth and morphology. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**,
252 Faisalabad, n.39, p.202-206, 2002.
- 253 Aquino S.; Gonzalez, E.; Reis, T.A.; Sabundjian, I.T.; Trindade, R.A.; Rossi, M.H.; Corrêa, B.;
254 Villavicencio, A.L.C.H. Effect of gamma irradiation on mycoflora of guarana
255 (*Paulliniacupana*). **Radiation Physics and Chemistry**, v.76, p.1470–1473, 2007.

- 256 Aquino, S. **Gamma radiation against toxigenic fungi in food, medicinal and aromatic**
257 **herbs**. In: MENDEZ, V. (Ed.). Science against microbial pathogens: communicating current
258 research and technological advances. 2011. P 272-281.
- 259 Association Of Official Seed Analysts - (AOSA). **Seed Vigor Testing Handbook**. [S.I.]:
260 Association of Official Seed Analysts. Lincoln, 1983. 93p. (Contribution No. 32).
- 261 Barrocas, E. N.; Machado. J. da C. Inovações tecnológicas em patologia de sementes.
262 Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a
263 detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo ABRATES**. Lavras-MG, v.20, n.3. p.74 -75,
264 2010.
- 265 Boeing, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**.
266 Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 88 p.
- 267 Borzouei, A.; Kafi, M.; Khazaei, H.; Naseiyan, B.; Majdabi, A. Effects of gamma radiation on
268 germination and physiological aspects of wheat (*Triticumaestivum*L.) seedlings. **Pakistan**
269 **Journal of Botany**, v.4, n.42, p.2281-2290, 2010.
- 270 Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of
271 protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248–
272 254, 1976.
- 273 Braghini, R.; Pozzi, C.R.; Aquino, S.; Rocha, L.O.; Corrêa, B. Effects of gamma radiation on
274 the fungus *Alternaria alternate* in artificially inoculated cereal samples. **Applied Radiation**
275 **and Isotopes**. v.67, n.9, p.1622–1628, 2009.
- 276 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Teste de germinação. In: **Regras**
277 **para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. cap.5, p.148-224.

- 278 Coopercitrus. Cebola: Terceira hortalíça mais produzida do mundo. Disponível em:
279 <http://www.revistacoopercitrus.com.br/?pag=materia&codigo=6177>. Acesso: 12 de nov. 2012.
- 280 Dhiel, J.F., Josephson, E.S. Assesment of wholesomeness of irradiated food: a review. **Acta**
281 **Alimentaria**. v.23, n.2, p.195-214, 1994.
- 282 Dhiel, J.F.; Josephson, E.S. Assessment of wholesome of irradiate food: a review. **Acta**
283 **Alimentaria**. v.23, n.2, p.195-214, 1994.
- 284 Din, R.;Khan, M.M.; Jehan, Q.S.; Khan, M.M.I. Induced mutability studies in three wheat
285 (*Triticumaestium* L.) varieties for some morphological and agronomic characteristics. **Asian**
286 **Journal Plant Science**, v.17, n.2, p. 1179-1182, 2003.
- 287 El-Nagerabi, S.A.F. Determination of seedborne fungi and aflatoxins in Sudanese fenugreek
288 seeds. **Phytoparasitica**. v.30, n.1, p.61–66, 2002.
- 289 Fao, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura FAO
290 StatisticalYearbook 2013 World FoodandAgriculture. Disponivel em:
291 <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>>.Acesso em: 15 de jan. 2015.
- 292 Ferreira-Castro, F.L. et al. Effects of gamma radiation on maize samples contaminated with
293 *Fusariumverticillioides*. **Applied Radiation and Isotopes**, v.65, n.8, p.927-933, 2007.
- 294 Food Irradiation (1996) A Guidebook: agricultural service division. 2° Ed. Rome FAO.
- 295 Fraizer, W.C.; Westhoff, D.C. **Microbiologia dos alimentos**. 4°.ed. Zaragoza: Acribia, 1993.
296 681p.
- 297 Frazier, W.C.; Westhoff, D.C. **Microbiología de los alimentos**. 4th. Zaragoza: Acribia; 1993.
298 681p.

- 299 Geweely, N.S.I.; Nawar, L.S. Sensitivity to gamma irradiation of post-harvest pathogens of
300 pear. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**. v.8, n.6, p.710-716,
301 2006.
- 302 Hameed, A.; Shah, T.M.; Atta, B.M.; Haq, M.A.; Sayed, H. Gamma irradiation effects on seed
303 on seed femination and grow, protein content, peroxidase and protease activity, lipid
304 peroxidation in desi and Kabuli chickpea. **Pakistan Journal of Botany**, n.40, p. 1033-1041,
305 2008.
- 306 Kabori, N.N., Mastrangelo, T.; Cicero, S.M.; Cassieri, P.; Moraes, M.H.D.; Walder, J.M.M.
307 Effects of gamma irradiation on physiological and phytosanitary qualities of brazilian castor
308 bean seeds, *Ricinuscommunis*(cv. IAC Guarani). **Research Journal of Seed Sciene**, v.3, n. 2,
309 p.70-81, 2010.
- 310 Khawar, A.; Bhatti, I.A.; Khan, Q.M.; Bhatti, H.N.; Sheikh, A. A germination test: an easy
311 approach to know the irradiation history of seeds. **Pakistan Journal of Botany**, v.47, n.3,
312 p.279-285, 2010.
- 313 Köycü, N.D.; Özer, N. Determination of seedborne fungi in onion and their transmission to
314 onion sets. **Phytoparasitica**. v.25, n.1 , p. 25-31, 1997.
- 315 Maclachlan, C.; Zalik, S. Plastid structure, chlorophyll concentration and free amino acid
316 composition of a chlorophyll mutant of barley. **Canadian Journal of Botany**, v.41, n.7,
317 p.1053-1062, 1963.
- 318 Maity, J.P., Chanda, S., Chakraborty, A., Santra, S.C. Effect of gamma radiation on growth and
319 survival of common seed-borne fungi in India. **Radiatation Physics and Chemistry**.v.77, n. 7,
320 907–912, 2008.

- 321 Majeed, A.; Khan, A.U.R.; Ahmad, H.; Muhammad, Z. Gamma irradiation effects on some
322 growth parameters of *Lepidium sativum* L. **Journal of Agricultural and Biological Science**,
323 v.5, n.1, p.39-42, 2010.
- 324 Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R. D., Carvalho,
325 N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- 326 Resende, L. M. A.; Mascarenhas, M. H. T.; Simão, M. L. R. Panorama da produção e da
327 comercialização da cebola em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 218, p. 7-19,
328 2002.
- 329 Rodo, A.B. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebolas e sua relação com o
330 desempenho das plantas em campo. 123f. Tese – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de
331 Queiroz’. Piracicaba-jan. 2002.
- 332 Saleh, Y.G.; Mayo, M.S.; Ahearn, D.G. Notes: resistance of some common fungi to gamma
333 irradiation. **Applied and Environmental Microbiology**. 1988. v. 54, n.8, 2134–2135.
- 334 Silva, F. A. S.; Azevedo, C.A.V. A New Version Of The Assistat -Statistical Assistance
335 Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006,
336 Orlando.*Proceedings...* Reno, RV: **American Society of Agricultural and Biological**
337 **Engineers**, 2006. p.393-396.
- 338 Sonntage, V. C. **The chemical basis of radiation biology**. Taylor and francis Ltd, London,
339 England. 1987. 515p.
- 340 Toledo, T.C.F. et al. Efeito da radiação gama na absorção de água e no tempo de cocção de
341 cultivares de soja. **Bragantia**, v.66, n.4, p.565-570, 2007.

- 342 Who/Fao-World Health Organization. Food Irradiation: A technique for Preserving and
343 Improving the Safety of Food. Geneva: WHO, 1988. 85p.
- 344 Wi, S.G., B. Y.; CHUNG, J.S.; KIM, J.H.; BEEK, M.H.; LEE, J.W.; KIM, Y.S. Effects of
345 gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. **Micron**, v. 6,
346 n.38, p.553-564, 2007.

Tabela 1. Qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de cebola IPA10 e IPA11: resultado do teste de primeira contagem de germinação (PCG), teste de germinação (G), condutividade elétrica (C.E.), comprimento da parte aérea (C.A.), comprimento da parte radicular (C.R.) e tamanho total das plântulas (T.T.) sob o efeito de cinco doses de radiação gama (γ)

Dose Radiação γ (kGy)	Qualidade Fisiológica											
	PCG (%)		G (%)		C.E. (μ mho/cm/g)		C.A. (mm)		C. R. (mm)		T.T. (mm)	
	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11
0,0	65 b*	77,75 c	81,75 a	89,5 a	179,46 a	164,71 a	42,25 a	37,31 a	27,56 a	24,58 a	69,82 a	61,89 a
0,4	66,25 b	84,25 b	82,75 a	95,5 a	194,99 a	177,08 a	24,55 b	21,67 c	10,92 b	9,86 b	35,34 b	31,54 b
0,8	68,25 b	85,25 ab	82,5 a	92 a	212,14 a	183,54 a	24,30 b	23,93 bc	7,85 b	8,19 bc	32,16 b	32,13 b
1,2	70 a b	90 a	82,5 a	91,75 a	200,44 a	171,39 a	25,68 b	25,68 b	7,91 b	8,36 bc	33,80 b	34,05 b
1,6	72 ab	90,25 a	80,25 a	93,25 a	203,75 a	157,32 a	25,11 bc	25,11 bc	8,26 b	7,15 c	34,43 b	32,26 b
2,0	79 a	85,25 a	82,75 a	91,75 a	197,02 a	180,26 a	24,56 b	24,56 bc	8,09 b	7,75 c	33,23 b	32,32 b
C.V. (%)	6,25	2,81	4,81	4,47	8,77	15,09	9,58	7,49	18,10	9,71	10,84	7,33

*Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Tukey a 5% de probabilidade). Coeficiente de variação (C.V.).

Tabela 2. Doses de radiação gama sobre o teor de clorofila e proteína solúvel em plântulas de cebola (IPA10 e IPA11) aos 12 dias após a germinação.

Dose de radiação γ (kGy)	Proteínas (mg/g)		Clorofila a (mg/L)		Clorofila b (mg/L)		Clorofila a+b (mg/L)	
	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11
0,0	9,39 c**	9,06 d	1,22 bc	1,17 b	1,92 ab	1,59 a	3,15 ab	2,76 b
0,4	9,88 a	10,06 a	1,17 c	1,18 b	1,85 ab	1,58 a	3,02 b	2,76 b
0,8	9,58 b	9,84 b	1,36 b	1,20 b	2,12 a	1,62 a	3,48 a	2,83 b
1,2	9,69 b	9,59 c	1,30 bc	1,31 a	1,63 bc	1,69 a	2,94 b	3,01 a
1,6	9,68 b	9,64 c	1,71 a	1,33 a	1,34 c	1,67 a	3,06 b	3,01 a
2,0	9,73 ab	9,60 c	1,33 b	1,40 ^a	1,60 bc	1,68 a	1,93 b	3,09 a
C.V. (%)	0,86	0,83	4,69	3,31	10,48	3,91	5,22	2,63

**Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Tukey a 1% de probabilidade). Coeficiente de variação (C.V.).

CAPÍTULO III

Radiação ultravioleta-C na
qualidade fisiológica e sanitária em
sementes de cebola

Radiação ultravioleta-C na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de cebola

Leilson L. S. Silva¹, Sônia M. A. de Oliveira¹, Luciana M. S. Gurgel², Regina C. T. da Rosa²,
Tereza C. de Assis²

¹Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitossanidade, Departamento de
Agronomia/Universidade Federal Rural de Pernambuco CEP: 52.171-900, Recife, PE, Brasil;

²Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA-CEP: 50761-000, Recife, PE, Brasil.

(Aceito para publicação em/..../....)

Autor para correspondência: Leilson Lopes Santos Silva, e-mail: leilsonlopes@ig.com.br

SILVA, LLS, OLIVEIRA, SMA, GURGEL, LMS, ROSA, RCT, ASSIS, TC Radiação
ultravioleta-C na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de cebola. *Tropical Plant
Pathology*.

RESUMO

A radiação ultravioleta (UV) é um tipo de radiação não-ionizante que possui um efeito superficial. A luz ultravioleta-C afeta várias funções fisiológicas e morfológicas nos vegetais sendo bastante conhecida pela eficiência germicida. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da luz UV-C sobre as características fisiológicas e sanitárias de sementes de duas cultivares de cebola, IPA10 e IPA11. Os parâmetros fisiológicos de germinação, condutividade elétrica, comprimento aéreo e radicular das plântulas e total das mesmas foram analisados. As cultivares IPA10 e IPA11 não foram afetadas negativamente no percentual de germinação, na primeira contagem de germinação (PCG), na condutividade elétrica, no comprimento radicular, aéreo (C.A.) e total das plântulas (T.T.), exceto a cv. IPA10 que o alto tempo de exposição diminuiu o C.A. e o T.T..além disso os tratamentos de 24, 48 e 60 min. foram superiores a testemunha na PCG. De forma geral os fatores bioquímicos, proteína e clorofila a, b e total não foram gravemente afetados pela radiação ultravioleta-C, mas dosagens de 60 min. aumentou a quantidade da clorofila na IPA10 apenas a clorofila b foi superior. Os principais patógenos foram diminuídos com o aumento da dose de radiação, os demais patógenos tiveram variações na incidência. Verificou-se que com a diminuição de

28 patógenos associados às sementes de cebola melhorou o índice de PCG, sem grandes
29 interferências nos parâmetros avaliados nesse trabalho.

30 Palavras-chaves: *Allium cepa*, germinação, vigor, fungos, clorofila, proteína.

31 **ABSTRACT**

32 The ultraviolet radiation (UV) is a type of not-ionizing radiation possessing a more superficial
33 effect. Ultraviolet-c light sufficiently affects some physiological and morphologic functions in
34 vegetables being known by its germicidal efficiency. The aim of this work was to evaluate the
35 effect of light UV-C on the physiological characteristics and sanitary of the seeds of two you
36 will cultivate of onion seeds. Some physiological parameters were analyzing, to cultivate
37 them IPA 10 and IPA 11 were not affected negatively the percentage of germination, the first
38 counting of germination (PCG), electric conductivity, length to radicular, aerial (C.A.) and
39 total of the seedlings (T.T.), except the cv. IPA10 the high time of exhibition diminishes C.A
40 and the T.T., moreover the treatments of 24, 48 and 60 min. they were superior the control in
41 the PCG. Of general form the biochemical factors, protein and chlorophyll, b and total
42 seriously were not affected, but 60 dosages of min. chlorophyll b increased the amount of the
43 chlorophyll in the IPA10 only was superior. The main pathogens were diminished with the
44 increase of dose of irradiation, had excessively had variations in the incidence. It was verified
45 that with the reduction of pathogens associates the seeds improved the PCG index, without
46 great interferences of the parameters used in this work.

47 Word-keys: *Allium cepa*, germination, vigor, fungi, chlorophyll, protein.

48 **INTRODUÇÃO**

49 A radiação ultravioleta (UV) possui um efeito superficial e faz parte da região
50 não-ionizante do espectro eletromagnético que compreende em torno de 8-9% do total da
51 radiação solar emitida (Frederick, 1993). A UV é tradicionalmente dividida em UV-A (320-

52 400nm), UV-B (280-320 nm) e UV-C (200-280 nm). Em muitos trabalhos, já foram
53 observados o efeito da radiação sobre os vegetais e seus produtos, como por exemplo, em
54 morangos tratados com UV-C (0,25-1,0 kJ/m²) houve um aumento nas concentrações de
55 antocianinas (Bakaet al., 1999), em manga cv. Haden o efeito da UV-C proporcionou um
56 aumento dos compostos fenólicos e flavanóides (Gonzáles-Aguilar et al., 2007) e em soja, a
57 utilização de UV-C mostrou um acúmulo mais rápido de composto fenólicos do que os não
58 tratados (Winter; Rostás, 2008).

59 Essa modificação nos produtos vegetais é devido ao efeito das doses de radiação
60 causarem estresse e conseqüentemente afetar processos fisiológicos e bioquímicos. As altas
61 doses de radiação dos raios UV causa distúrbio na síntese de proteína (Xiuzher, 1994), no
62 balanço hormonal (Rabie et al., 1996), na respiração das folhas (Stoeva; Bineva, 2001) e na
63 troca de água e atividades enzimáticas (Stoeva; Bineva, 2001). Além disso, as dosagens
64 podem causar mudanças morfológica, estrutural e funcional dependendo do comprimento e
65 duração da radiação UV (Peykarestan; Seify, 2012). Já as baixas doses de radiação, além de
66 possuir um efeito germicida, pode induzir a resistência do hospedeiro contra fitopatógenos,
67 como foi visto no controle da podridão marrom em pêra e ainda atrasou o amadurecimento e
68 suprimiu a produção de etileno (Stevens et al., 1998).

69 A UV-C é uma faixa que possui um interesse particular, pois é capaz de causar
70 uma desorganização nas membranas celulares e quebra de ligações no ácido
71 desoxirribonucleico (DNA) dos micro-organismos, afetando seu metabolismo e reprodução,
72 que conduz a morte de suas células (Guerreiro-Beltran; Barbosa-Cánovas, 2004). Muitos
73 fitopatógenos já apresentaram sensibilidade aos efeitos da radiação UV-C. Recentemente,
74 Canale et al. (2011) avaliando o efeito das doses de radiação UV-C sobre o desenvolvimento
75 *in vitro* do fungo *Guinardia citricarpa*, verificaram que a germinação de conídios e a
76 formação dos apressórios foram afetados. Esse mesmo efeito germicida foi observado em

77 *Botrytis cinerae* (Camili, et al. 2004), *Monilia fructigena* (Marquenie et al., 2002), *Rhizopus*
78 *stolonifer* e *Monilia fruticola* (Basseto et al., 2007). Em uma revisão, Terry e Joyce (2004)
79 mencionaram o efeito indutor de resistência da UV-C sobre diversas espécies fúngicas como
80 *Penicillium digitatum*, *B. cinerae*, *Alternaria alternata*, *A. citri*, *Geotrichum candidum*,
81 *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Monilinia* sp., *Coletotrichum gloeosporioides*.

82 A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das culturas de maior importância no Brasil,
83 principalmente por ser uma atividade socioeconômica (Boening, 2002). Durante o ano de
84 2012, o Brasil produziu em torno 1,5 milhões de toneladas o que faz o país ser o maior
85 produtor da América do Sul (Fao, 15). A semente de cebola, em comparação as demais
86 hortaliças, precisa de um tempo maior para germinar, e ainda pode perder facilmente sua
87 viabilidade após sua colheita (Amjad; Anjum, 2002). Além dessas características,
88 desfavoráveis, as sementes de cebola podem ser excelente abrigo e ser veículo no transporte
89 de fungos fitopatogênicos, que podem ser transmitidos para planta adulta, infectando folha,
90 bulbo e raízes.

91 Diversos fungos já foram detectados associados às sementes de cebola. El-
92 Nagerabi e Abdalla (2004) detectaram 32 espécies em 19 gêneros de fungos e 23 espécies
93 novas em 35 amostras de sementes. Köycü e Özer (1997) verificaram a transmissão das
94 principais espécies fúngicas encontradas em sementes de cebola e concluiu que, *Aspergillus*
95 *niger* foi o mais detectados no embrião, endosperma e tegumento da semente em todos os sete
96 lotes avaliados, e ainda obteve elevada taxa de transmissão tanto para o bulbo, quanto para as
97 raízes e em diferentes substratos (solo autoclavado e campo). Já o gênero *Fusarium*, apesar de
98 ser pouco detectados nas estruturas da semente, apresentou eficiência na sua
99 transmissibilidade para raiz e bulbo, e principalmente em campo.

100 A luz UV-C já foi testada em muitas frutas, principalmente para controlar doenças
101 fúngicas pós-colheita e atrasar alguns processos de amadurecimento. No entanto poucos
102 trabalhos avaliam seu efeito sobre as sementes, por isso o objetivo desse trabalho foi avaliar o
103 efeito da luz UV-C sobre as características fisiológicas e sanitárias das sementes em duas
104 cultivares de cebola.

105 **MATERIAIS E MÉTODOS**

106 **Amostras e radiação**

107 O experimento foi conduzido no Laboratório de Patologia de Sementes e Análise
108 de Sementes do IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária). Sementes de duas
109 cultivares de cebola Vale Ouro-IPA11 e Franciscana-IPA10 foram expostas a lâmpada
110 germicida de 30 W (2,5 x 88 cm), com pico de comprimento de 254 nm. As sementes ficaram
111 a 10 cm da fonte de luz. As doses de radiação UV-C foram nos tempos de 12, 24, 36, 48 e 60
112 min. de exposição à fonte de luz, e a testemunha constaram de sementes das duas cultivares
113 de cebola não irradiadas.

114 **Teste de Germinação, Vigor e Sanidade**

115 Para determinação da capacidade de germinação as sementes foram dispostas em
116 gerbox transparentes sob duas camadas papel de filtro previamente umedecido a 20 °C, onde
117 se utilizou quatro repetições de 100 sementes por tratamento. A avaliação de plântulas foi
118 realizada no sexto (Primeira Contagem de Germinação-PCG) e no 12º dia (Segunda
119 Contagem de Germinação-SCG) após a semeadura, seguindo os critérios das Regras de
120 Análise de Sementes (R.A.S.) (Brasil, 2009). O resultado foi expresso em porcentagem de
121 plântulas normais por tratamento (Nakagawa, 1994).

122 No teste de vigor foram realizados dois parâmetros: a medição do comprimento da
123 parte aérea e radicular e o total do tamanho da plântula, medidos em milímetro (mm).
124 Utilizou-se quatro repetições de 15 plântulas após o fim do teste de germinação. A unidade
125 amostral foi de 15 plântulas totalizando 60 plântulas.

126 O outro parâmetro realizado foi o teste de condutividade elétrica (C.E.) em que se
127 empregou o método de massa (Aosa, 1983), utilizando quatro repetições de 50 sementes por
128 tratamento. As sementes das cultivares IPA10 e IPA11 de cebola foram previamente pesadas
129 e imersas em 50 mL de água destilada permanecendo por quatro horas. Após esse período de
130 tempo procedeu a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro e os resultados
131 expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.

132 Seguindo as R.A.S. foram usadas 400 sementes em 25 placas com meio Ágar
133 sólido com 16 sementes por tratamento. As placas foram dispostas sob luz fluorescente e
134 fotoperíodo de 12 horas a uma temperatura de 20 °C por um período de sete dias. A
135 identificação das colônias desenvolvidas foi realizada com auxílio do microscópio
136 estereoscópico, observando-se a formação das estruturas típicas de fungos (Brasil, 2009). O
137 resultado foi expresso através da frequência de fungos identificados.

138 **Quantificação da Proteína e de clorofila**

139 A proteína total solúvel foi quantificada através do método Bradford (Bradford,
140 1976). Para cada tratamento foi realizado quatro repetições e o resultado expresso em mg da
141 proteína por grama de plântula.

142 O material fresco da plântula (1 g) foi extraído de acetona a 80% e centrifugado a
143 1000 g (três vezes) por cinco minutos para a quantificação de clorofila. A absorbância do
144 extrato foi realizada a 645 e 663 nm (Maclachlan; Zalik, 1963).

145 **Análise Estática**

146 O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados com seis
147 tratamentos e quatro repetições, utilizando o *software* Assistat (Silva; Azevedo, 2009). Os
148 dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi
149 realizada pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

150 **RESULTADO E DISCUSSÃO**

151 **Qualidade fisiológica das sementes**

152 As duas cultivares de cebola analisadas neste trabalho de pesquisa apresentaram
153 comportamentos diferenciados. A IPA10, dentre os parâmetros analisados (Tabela 1), não
154 mostrou diferença significativa entre as médias para germinação, C.E. e comprimento da
155 raiz. No teste de PCG apenas a dose de 12 min. e 36 min. não diferiram da testemunha, as
156 demais apresentaram médias superiores à testemunha. Em relação ao comprimento da parte
157 aérea, nenhuma dose foi significativamente diferenciado da testemunha, porém houve
158 diferença entre a dose de 24 min. e 60 min., com tamanho de 65,07 mm e 59,28 mm,
159 respectivamente. O tamanho total de plântula na dosagem de 60 min. apresentou o menor
160 tamanho de plântula mesmo não diferenciado da testemunha. Isso pode ser explicado pelo
161 fato em que a UV-C pode causar alterações no DNA e/ou reguladores de crescimento que são
162 as possíveis razões das alterações do crescimento, desenvolvimento geral e floração (Hollósy,
163 2002). Já a cv. IPA11, dentre todos os parâmetros avaliados, não apresentou diferença
164 significativa entre os tratamentos e a testemunha. Sidiqi et al. (2011) trabalhando com doses
165 de radiação UV-C em sementes de amendoim e feijão-da-china, obtiveram uma melhora em
166 todos seus aspectos estudados como germinação, número de nódulos e comprimento e peso da
167 parte aérea e radicular. Kacharava et al. (2009), tratando sementes de feijão, repolho e

168 beterraba com vários tipos de UV não conseguiram diferenciar, ao menos uma cultivar entre
169 as espécies estudadas, o tamanho e o peso de plântulas.

170 Os teores de proteínas analisadas nas duas cultivares de cebola avaliadas não
171 apresentaram diferença significativa como se pode verificar na Tabela 2. Em contra partida
172 Peykarestan e Seify (2012), verificaram que diferentes doses de UV-C em sementes de feijão-
173 vermelho afetaram, mesmo que ligeiramente, a diminuição do conteúdo proteico. O maior
174 tempo de radiação UV-C aumentou a quantidade de clorofila a, b e total na cv. IPA10, porém
175 comportamento diferente aconteceu com a cv. IPA11, no qual os tempos de 12 e 48 min.
176 diminuíram os teores de clorofila a, e o maior tempo de exposição na luz UV-C diminuiu o
177 teor de clorofila b, entretanto no total de clorofila (a+b) não houve diferença significativa.
178 Essas variações nos teores de clorofila são possíveis, pois as clorofilas não são eficientes
179 absorvedores de UV-C, mas mesmo assim é capaz de absorver, principalmente na faixa de
180 350 nm, uma vez a clorofila quebrada há o aparecimento de certos produtos intermediários e
181 finais (Zvezdanovic; Markovic, 2008).

182 **Qualidade Sanitária das Sementes**

183 Avaliando o efeito da radiação UV-C sobre os patógenos em sementes das duas
184 cultivares de cebola (Tabela 3), verificou-se que na IPA10 a maior dose de radiação foi
185 eficiente no controle de *A. niger*, porém a diminuição desses inóculo favoreceu o aumento de
186 *Fusarium* spp. e *Cladosporium* sp. De forma semelhante, Köycü e Özer (1997) observaram
187 que isolados de *Fusarium* foram inibidos por *A. niger* e que esses dois patógenos são
188 transmitidos por meio das sementes para as plantas de cebola. Os fungos do gênero
189 *Cladosporium* e *Alternaria*, por serem dematiáceos são mais resistentes a radiação (Aquino,
190 2011), por isso a sobrevivência dos mesmos foi variável quando da aplicação das doses da
191 radiação UV-C. Os fungos que são mais encontrados em ambientes de armazenamento

192 tiveram a radio resistência bastante variável nas diferentes doses UV-C. Na cv. IPA11, de
193 forma geral, o número de colônias de *A. niger*, *Rhizopus* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* sp. as
194 colônias foram diminuídas com o aumento das doses de radiação UV-C, salvo algumas
195 exceções. O *Cladosporium* sp., possivelmente pela sua baixa detecção, não apareceu em
196 nenhum tratamento com UV-C. Os fungos *Penicillium* sp. e *Aspergillus flavus* apresentaram
197 maior radio resistência nas doses UV-C. A dose de 10 min. de UV-C sobre semente de feijão
198 da china diminui a infecção de *Fusarium* spp., e em amendoim doses acima de 20 min. foram
199 eficiente no controle de *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* (Siddiqui et al.,
200 2011). Brown et al. (2001) relataram que utilizando baixas doses de radiação UV-C em
201 sementes de repolho, essas foram eficientes na redução da podridão negra causada por
202 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

203 A utilização da radiação UV-C demonstrou ter um efeito direto sobre os principais
204 fungos em sementes de cebola, que de forma geral não afetou negativamente a qualidade
205 fisiológica das mesmas. É importante ressaltar que quando se pensa no manejo de doenças, o
206 uso da combinação de métodos se faz primordial. E esse método de controle com o uso da
207 radiação UV-C pode ser facilmente combinado aos métodos já utilizados, garantido uma
208 maior eficiência no controle de fitopatógenos em sementes.

209 **AGRADECIMENTO**

210 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
211 pela concessão da bolsa de estudo. Ao IPA pela concessão do laboratório de análise de
212 sementes, patologia de sementes e fitopatologia para o desenvolvimento dos trabalhos e do
213 laboratório de energia nuclear (UFPE) pela aplicação da radiação.

214 **REFERÊNCIAS**

- 215 Amjad, M.; Anjum, M.A. Effect of gamma radiation on onion seed viability, germination
216 potential, seedling growth and morphology. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**,
217 n.39, p.202-206, 2002.
- 218 Aquino, S. **Gamma radiation against toxigenic fungi in food, medicinal and aromatic**
219 **herbs**. In: MENDEZ, V. (Ed.). Science against microbial pathogens: communicating current
220 research and technological advances. 3ed.Badajoz: Formatex, 2011. P 272-281.
- 221 Association of Official Seed Analysts - (AOSA). **Seed Vigor Testing Handbook**. [S.I.]:
222 Association of Official Seed Analysts. Lincoln, 1983.93p. (Contribution No. 32).
- 223 Baka, M.; Mercier, J.; Corcuff, R.; Castaigne, F.; Arul, J. Photochemical treatment to improve
224 storability of fresh strawberries. **Journal of Food Science**, v.64, n.6, p.1068-1072, 1999.
- 225 Bassetto, E., Amorim, L., Benato, E.A., Gonçalves, F.P.; Lourenço, S.A. Efeito da irradiação
226 UV-C no controle da podridão parda (*Moniliniafructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus*
227 *stolonifer*) em pós-colheita de pêssegos. **Tropical Plant Pathology**, v.32, n.5, p. 393-399,
228 2007.
- 229 Boeing, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar**
230 **catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 88 p.
- 231 Bradford, M. M.A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities
232 of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York,
233 v.72, p.248–254, 1976.
- 234 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Teste de germinação. In: **Regras**
235 **para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. cap. 5, p.148-224.

- 236 Brown, J.E.; Lu, T.Y.; Stevens, C.; Khan, V.A.; Lu, J.Y.; Wilson, C.J.; Collins, D.J; Wilson,
237 M.A.; Igwegbe, E.C.K.; Chalutz, E.; Droby, S. The effect of low dose ultraviolet light-C seed
238 treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv.
239 *campestris*). **Crop Protection**, Guildford, v.20, p. 873-883, 2001.
- 240 Camili, E.C., Benato, E.A.; Pascholati, S.F.; Cia, P. Avaliação de irradiação UV-C aplicada
241 em pós-colheita na proteção de uva ‘Itália’ contra *Botrytis cinerae*. **Summa**
242 **Phytopathologica**, v.30, n.3, p.306-313, 2004.
- 243 Canale, M.C.; Benato, E.A.; Cia, P.; Hadad, M.L.; Pascholati, S.F. *In vitro* effect on
244 *Guinardiacitricarpa* and on postharvest control of citrus black spot. **Tropical Plant**
245 **Pathology**, v.36, n.6, p.356-361, 2011.
- 246 El-Nagerabi, S.A.F. Determination of seedborne fungi and aflatoxins in Sudanese fenugreek
247 seeds. **Phytoparasitica**, v.30, n.1, p.61–66, 2002.
- 248 Fao - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em:
249 <http://faostat.fao.org/>. Acesso: 18 de jan. 2015.
- 250 Frederick, J.E. Ultraviolet sunlight reaching the Earth’s surface. A review of recent research.
251 **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 57, n. 1, p. 175-178, 1993.
- 252 González-Aguilar, G.A.; Zavaleta-Gatica, R.; Tiznado-Hernández, M.E. Improving
253 postharvest quality of mango ‘Haden’ by UV-C treatment. **Postharvest Biology and**
254 **Technology**, v.45, n.1, p.108-116, 2007.
- 255 Guerrero-Beltrán, J.A.; Barbosa-Cánovas, G.V. Review: advantages and limitations on
256 processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, v.10, n.3, p.
257 137-147, 2004.

- 258 Hallósy, F. Effects of ultraviolet radiation on plants cells. **Micron**, Oxford, v.33, p.179-197,
259 2002.
- 260 Kacharava, N., Chanishvili, Badridze, G.; Chkhubianishvili, E.; Janukashvili, N. Effects of
261 seed on the content of antioxidants in leaves of Kidney bean, Cabbage and Beet cultivars.
262 **Australian Journal of Crop Science**, Melbourne, v.3, n.3, p.137-145, 2009.
- 263 Köycü, N.D.; Özer, N. Determination of seedborne fungi in onion and their transmission to
264 onion sets. **Phytoparasitica**. v.25, n.1 , p. 25-31, 1997.
- 265 Maclachlan, C.; Zalik, S. Plastid structure, chlorophyll concentration and free amino acid
266 composition of a chlorophyll mutant of barley. **Canadian Journal of Botany**, v.41, n.7,
267 p.1053-1062, 1963.
- 268 Marquenie, D.; Lammertyn, A.H.; Geeraerd, A.H.; Soontjens, C.; Van Impe, J.F.; Nicolai,
269 B.M.; Michiels, C.W. Inactivations of conidia of *Botrytis cinerae* and *Monilinia fructigena*
270 using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, v.74, n. ½,
271 p.27-35, 2002.
- 272 Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R. D., Carvalho,
273 N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- 274 Peykarestan, B.; SEIFY, M. Uv irradiation effects on seed germination and growth, protein
275 content, peroxidase and protease activity in red bean. **International Research Journal of**
276 **Applied and Basic Sciences**, v.3, n.1, 92-102, 2012.
- 277 Siddiqui, A.; Dawar, S.; Zaki, M.J.; Hamid, N. Role of ultraviolet (UV-C) radiation in the
278 control of root infecting fungi on groundnut and bean. **Pakistan Journal of Botany**, v.43,
279 n.4, p.2221-2224, 2011

- 280 Silva, F. A. S.; Azevedo, C.A.V. A New Version Of The Assistat -Statistical Assistance
281 Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006,
282 Orlando.*Proceedings...* Reno, RV: **American Society of Agricultural and Biological**
283 **Engineers**, Reno, 2006. p.393-396.
- 284 Stevens, C.; Khan, V.A.; Lu, J.Y.; Wilson, C.L.; Chatutz, E.; Droby, S.; Kabwe, M.K.;
285 Haung, Z.; Adeyeye, O.; Pusey, L.P.; Tang, A.Y.A. Induced resistance of sweet potato to
286 *Fusarium* root rot by UV-C. **Crop Protection**, v.18, p.463-470, 1999.
- 287 Stoeva, N., Bineva, Z. Physiological response of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to UV-
288 radiation contamination I. Growth, photosynthesis rate and plastid pigments. **Journal of**
289 **environmental protection and ecology**, v.2, p. 299-303, 2001.
- 290 Terry, L.A.; Joyce, D.C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural
291 crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, v.32, p.1-13, 2004.
- 292 Winter, T.R.; Rostás, M. Ambient ultraviolet radiation induces protective responses in
293 soybean but does not attenuate indirect defence. **Environmental Pollution**, v.155, n.2, p.
294 290-297, 2008.
- 295 Xiuzher, L. Effect of irradiation on protein of wheat crop. **Journal of Nuclear Agriculture**
296 **Science China**, v,15, n.2, p. 53-55, 1994.
- 297 Zvezdanovic, J.; Markovic, D. Bleaching of chlorophylls by UV irradiation *in vitro*: the
298 effects on chlorophyll organization in acetone an *n*-hexane. **Journal Serbian Chemical**
299 **Society**, v.73, n.3, p. 271–282, 2008.

Tabela 1. Qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de cebola IPA10 e IPA11: resultado do teste de primeira contagem de germinação (PCG), teste de germinação (G), condutividade elétrica (C.E.), comprimento da parte aérea (C.A.), comprimento da parte radicular (C.R.) e tamanho total das plântulas (T.T.) sob o efeito de cinco doses de radiação ultravioleta-C

Radiação UV-C (mim)	Qualidade Fisiológica											
	PCG (%)		G (%)		C.E. (μ mho/cm/g)		C.A. (mm)		C. R. (mm)		T.T. (mm)	
	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11
0	75,75 c	90,00 a	80,75 a	95,00 a	182,51 a	184,47 a	64,61 ab	54,13 a	33,19 a	24,79 a	97,80 ab	78,92 a
12	76,00 bc	90,75 a	79,75 a	94,00 a	196,06 a	187,91 a	64,37 ab	53,28 a	32,02 a	25,87 a	96,40 ab	79,16 a
24	83,75 a	91,25 a	86,00 a	94,50 a	185,50 a	182,27 a	65,07 a	52,61 a	33,87 a	26,98 a	98,95 ab	79,60 a
36	80,00 abc	91,75 a	83,00 a	95,25 a	187,64 a	189,98 a	63,45 ab	55,04 a	32,61 a	25,75 a	96,07 ab	80,79 a
48	85,25 a	93,75 a	88,00 a	95,75 a	193,51 a	215,13 a	61,03 ab	54,69 a	31,69 a	24,17 a	92,72 ab	78,87 a
60	83,25 ab	93,50 a	84,75 a	96,00 a	194,77 a	170,36 a	59,28 b	53,52 a	31,17 a	25,29 a	90,45 b	78,82 a
C.V. (%)	4,04	3,48	4,45	1,54	6,69	12,62	4,43	4,63	4,90	6,98	4,45	3,78

*Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Tukey a 5% de probabilidade). Coeficiente de variação (C.V.).

Tabela 2. Efeito da radiação ultravioleta-C (UV-C) no teor de clorofila e proteína solúvel em plântulas de cebola aos 12 dias após a germinação

Dose UV-C (min.)	Proteínas (mg/g)		Clorofila a (mg/L)		Clorofila b (mg/L)		Clorofila a+b (mg/L)	
	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11
0	9,29 a	9,27 a	1,17 b	1,37 ab	1,95 bcd	1,71 b	3,13 bcd	3,08 a
12	9,48 a	9,40 a	1,28 ab	1,28 b	2,02 abc	1,76 ab	3,31 abc	3,04 a
24	9,60 a	8,38 a	1,33 ab	1,40 a	2,09 ab	1,81 ab	3,43 ab	3,22 a
36	9,33 a	9,41 a	1,17 b	1,34 ab	1,90 cd	1,83 ab	3,08 cd	3,17 a
48	9,19 a	9,24 a	1,12 b	1,27 b	1,78 d	1,75 b	2,91 d	3,02 a
60	9,20 a	9,40 a	1,38 a	1,33 ab	2,15 a	1,91 a	3,54 a	3,24 a
C.V. (%)	3,01	1,22	7,48	3,61	4,18	3,94	4,48	3,66

*Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Tukey a 5% de probabilidade).
Coeficiente de variação (C.V.).

Tabela 3. Efeito das doses de radiação ultravioleta-C (UV-C) sobre porcentagem de fungos nas sementes de duas cultivares de cebola

FUNGO	TEMPO UV-C (minuto)											
	0		12		24		36		48		60	
	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11	IPA10	IPA11
<i>Aspergillus niger</i>	40,50	96,50	32,50	95,00	44,25	89,75	31,5	79,50	38,25	63,50	24,25	54,00
<i>Rhizopus</i> sp.	5,50	5,75	1,50	2,25	0,00	2,00	1,75	2,25	2,75	1,50	1,75	1,50
<i>Fusarium</i> spp.	1,00	3,75	0,25	1,75	0,25	2,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,25	0,50
<i>Penicillium</i> sp.	0,75	3,00	0,75	3,00	1,75	2,25	0,75	4,75	3,00	3,00	2,00	1,75
<i>Aspergillus flavus</i>	0,50	3,00	0,00	2,00	0,00	1,75	0,00	1,75	0,25	0,25	0,00	1,25
<i>Cladosporium</i> sp.	26,00	0,25	28,75	0,00	14,25	0,00	34,25	0,00	15,50	0,00	37,75	0,00
<i>Aspergillus</i> sp.	0,00	1,75	0,00	0,75	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
<i>Alternaria</i> sp.	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00

*Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Tukey a 5% de probabilidade). Coeficiente de variação (C.V.).

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

Nas duas cultivares de cebola IPA10 e IPA11, com o aumento das doses de radiação gama e ultravioleta-C ocorreu uma diminuição da quantidade de fungos presente nas sementes;

As doses de radiação gama não afetaram a germinação e a condutividade elétrica, mas diminuiu o tamanho das plântulas, melhorou a velocidade da germinação, aumentou os teores de proteínas e houve variações nos teores de clorofila, nas duas cultivares de cebola utilizadas;

A radiação UV-C não afetou os parâmetros fisiológicos das sementes das cultivares de cebola e melhorou a primeira contagem de germinação, sem afetar os teores de proteínas, além de aumentar os teores de clorofila a,b e total (a+b);

Os fungos que apresentaram as maiores incidência foram controlados com o aumento das doses de radiação UV-C, exceto *Cladosporium* sp.

Anexo

