



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

ANTONIO DEIVES RENAN MOREIRA

ETILENO E VIDA ÚTIL DE MELÕES CLIMATÉRICOS TRATADOS COM
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PULSADA

FORTALEZA

2016

ANTONIO DEIVES RENAN MOREIRA

**ETILENO E VIDA ÚTIL DE MELÕES CLIMATÉRICOS TRATADOS COM
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PULSADA**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Área de concentração: Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

Orientador: Prof. Dr. Renato Innecco
Co-orientadora: Dra. Aline Ellen Duarte de Sousa

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M836e Moreira, Antonio Deives Renan.
Etileno e vida útil de melões climatéricos tratados com radiação ultravioleta pulsada / Antonio Deives Renan Moreira. – 2016.
36 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Renato Innecco.
Coorientação: Profa. Dra. Aline Ellen Duarte de Sousa.
1. Cucumis melo. 2. Pós-colheita. 3. Cantaloupe. 4. 1-metilciclopropeno. I. Título.
- CDD 630
-

ANTONIO DEIVES RENAN MOREIRA

ETILENO E VIDA ÚTIL DE MELÕES CLIMATÉRICOS TRATADOS COM
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PULSADA

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Área de concentração:
Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

Aprovada em: 07/07/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Innecco (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dea. Aline Ellen Duarte de Sousa (Co-Orientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical

M.Sc. Maria Lucilama Bezerra Almeida (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.Sc. Wallace Edelly de Souza Freitas (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Francisco Clair Moreira e
Maria Rizoleta Pinheiro Moreira

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, pela vida, saúde, fé, força de vontade para sempre superar as barreiras impostas no meu caminho;

Aos meus pais Francisco Clair Moreira e Maria Rizoleta Pinheiro Moreira pelo amor, incentivo, ensinamentos e por sempre estarem presentes em minha vida, apesar da distância que sempre nos separou, mas nunca mediram esforços para mim proporcionar uma boa educação, fazendo com que esse objetivo pudesse ser alcançado;

Aos meus irmãos Clenio e Maicon pelo incentivo, carinho, amor, amizade e acima de tudo companheirismo em todas as horas;

As minhas cunhadas Juliana e Edna que sempre me apoiaram e compartilharam momentos felizes;

A minha afilhada Andrya Stefany pelo amor, alegria e felicidade que me proporciona sempre quando a vejo;

A minha prima Rayana Thais por todo o carinho incentivo e momentos felizes juntos;

Ao meu avô Rozil Moreira (*in memoriam*) e minha tia Cacilda Moreira (*in memoriam*), que sempre torceram e acreditaram em mim;

A todos os meus tios e tias, primos e amigos de Irapuan que me incentivaram e acreditaram na minha capacidade;

Ao Prof. Dr. Renato Innecco pela orientação, disponibilidade, confiança, contribuindo para o meu crescimento profissional;

A Dra. Aline Ellen pela orientação técnica, paciência, disponibilidade, confiança e amizade que foram fundamentais para a realização desse trabalho;

Aos meus conselheiros Wallace e Lucilania (Branca) pelo incentivo, comprometimento, amizade, confiança em todos os momentos;

Ao Dr. Ebenézer da Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio, confiança e atenção.

Aos meus amigos de curso Luis Fabricio, Anderson Galvão, Ulysses Campelo, Fabio Martins, André Lemos, Gabriela Costa, Gardênia Domingos, Darlene Maia, Cecília Moreira e Ismael Maia por todos os momentos difíceis e felizes que passamos durante o curso;

Ao Márcio da Embrapa Agroindústria Tropical pela ajuda e apoio nos momentos em que precisei;

A Márcia Régia da Embrapa Agroindústria Tropical pela atenção, explicações, amizade e brincadeiras;

Aos colegas de laboratório de fisiologia e tecnologia pós-colheita da Embrapa agroindústria tropical, Ionete, Jaiane, Karen, Matheus, Lorena, Laíza e Cecília;

Aos membros da banca Prof. Dr. Renato Inneco, Dra. Aline Ellen Duarte de Souza, MSc. Maria Lucilania Bezerra Almeida e MSc. Wallace Edelky, pela oportunidade, amizade e orientação;

À Embrapa Agroindústria Tropical por toda a infraestrutura para realização do trabalho;

A Universidade Federal do Ceará-UFC pelo conhecimento adquirido e a possibilidade de conseguir um futuro profissional;

Enfim a todos os meus familiares e amigos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização desse trabalho.

RESUMO

A produção de melão vem deparando-se com problemas de perdas pós-colheita causada por *Fusarium*, e perdas relacionadas à senescência dos melões devido à ação do etileno, principalmente em melões *Cantaloupensis* que são climatéricos. Assim os métodos físicos começaram a ser utilizados, como a radiação ultravioleta pulsada (UVp) que pode atuar no controle dos patógenos pelo comprimento de onda que quebra a estrutura do DNA, impedindo a reprodução, além da possível ativação do metabolismo secundário e indução da formação do etileno pelo estresse físico, podendo ou não alterar os parâmetros de qualidade desses frutos. Assim, o objetivo neste estudo, foi avaliar o envolvimento do etileno na resistência e qualidade pós-colheita de melões climatéricos irradiados com UVp. Dessa maneira, os frutos foram tratados com UVp e 1-MCP e divididos em 4 tratamentos: UVp+1-MCP, UVp, 1-MCP e controle, analisados quanto os parâmetros de qualidade (firmeza, cor, acidez titulável, vitamina C, relação SS/AT, açúcares solúveis, sólidos solúveis e pH) no início e no fim do período de armazenamento. Os frutos também foram analisados quanto à sobrevivência através de uma escala de notas para determinar o estágio de senescência e também foram analisados quanto à produção de etileno. Com os resultados obtidos pode-se observar um acréscimo de 12 dias na vida útil para os melões tratados, e não houve modificação na qualidade pós-colheita entre tratamentos. Porém, algumas alterações na qualidade foram observadas durante o tempo de armazenamento, para coloração, acidez, relação SS/AT e vitamina C. Foi observado ainda que o UVp não aumentou a síntese de etileno nos melões Cantaloupe.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*. Pós-colheita. Cantaloupe. 1-metilciclopropeno

ABSTRACT

The melon production has been encountering with post-harvest losses of problems caused by *Fusarium*, and losses related to senescence Melons due to ethylene action, mainly *Cantaloupensis* melons that are climacteric. Therefore physical methods have begun to be used as a pulsed ultraviolet (UVP) which can act to control pathogens at wavelength breaking the DNA structure, preventing reproduction, besides the possible secondary metabolism activation and inducing the formation of ethylene by physical stress. And may or may not change the quality of fruit parameters. The objective of this study was to evaluate the involvement of ethylene in resistance and postharvest quality of irradiated climacteric melons with UVP. Thus, the fruits were treated with UVP and 1-MCP and divided into 4 treatments: UVP+1-MCP, UVP, 1-MCP and control, analyzed the quality parameters (Firmness, color, acidity, vitamin C, SS/AT ratio, soluble sugars, soluble solids and pH) at the beginning and end of the storage period. Fruits were also analyzed for survival through a rating scale to determine the stage of senescence and were also analyzed for the production of ethylene. With the results can be observed a 12-day increase in life for the treated melons, and there was no change in the post-harvest quality between treatments. However, some changes in quality were observed during the storage time for color, acidity, SS/AT ratio and vitamin C. It was also observed that the UVP does not increase the ethylene synthesis in Cantaloupe melons.

Keywords: *Cucumis melo*. Post-harvest. Cantaloupe. 1- methylcyclopropene.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Importância econômica do melão	12
2.2 Podridão-por-fusarium	12
2.3 Controle alternativo	13
2.4 Radiação UV	14
2.5 Etileno.....	15
2.6 1-Metilciclopropeno.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Condução do experimento	17
3.2 Aplicação dos tratamentos.....	17
3.3 Características avaliadas	18
3.3.1 <i>Análise de sobrevivência</i>	18
3.3.2 <i>Produção de etileno</i>	19
3.3.3 <i>Peso</i>	19
3.3.4 <i>Firmeza</i>	19
3.3.5 <i>Cor</i>	20
3.3.6 <i>Vitamina C</i>	20
3.3.7 <i>Sólidos solúveis</i>	20
3.3.8 <i>Acidez titulável</i>	20
3.3.9 <i>Relação SS/AT</i>	20
3.3.10 <i>Potencial hidrogeniônico</i>	20
3.3.11 <i>Açúcares solúveis</i>	21
3.4 Análise estatística.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO.....	28
6 REREFÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do meloeiro está concentrada na região Nordeste, onde gera renda e milhares de empregos, sendo o melão um dos principais frutos na pauta de exportações brasileiras. Em 2014, os estados do Rio Grande do Norte e Ceará foram os responsáveis por 39,4% e 37,7% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2014).

Os produtores de melão desses estados vem enfrentando problemas com a incidência de *Fusarium* nos frutos. Cerca de 30% dos melões com padrões de exportação apresentaram-se contaminados por esse patógeno, e isso vem prejudicando a sua venda no mercado internacional, trazendo prejuízos aos produtores. Para o controle de doenças pós-colheita, os ingredientes ativos registrados no Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento são escassos. Em que somente o imazalil é registrado para aplicação pós-colheita em melão, sendo que nesse registro não está incluso o *Fusarium pallidoroseum*.

Nos dias atuais, os consumidores estão cada vez mais consciente dos benefícios de uma alimentação saudável e segura, ou seja, com baixos riscos físicos, químicos e biológicos (PIMENTEL; PEREIRA FILHO, 2002). Em defesa de seus consumidores, os países desenvolvidos estabeleceram limites rígidos para a presença de micro-organismos patogênicos e para a quantidade máxima de resíduos, priorizando os tratamentos físicos que sejam eficazes no controle dos patógenos.

A radiação ultravioleta (UV) tem sido adotada como uma estratégia alternativa para o controle da contaminação de frutas e hortaliças por micro-organismos. Existe, atualmente, dois princípios de aplicação da luz ultravioleta: contínuo (UVc) e o pulsado (UVp). O modelo contínuo é o convencional, e como o próprio nome já define, a luz ultravioleta é aplicada de forma contínua. No modelo pulsado, a luz ultravioleta é armazenada num capacitor, sendo liberada em flashes intermitentes, que aumentam de forma instantânea a intensidade de energia, tornando o ultravioleta pulsado mais efetivo e mais rápido na inativação de micro-organismos (CFSAN-FDA, 2000; McDONALD *et al.*, 2000).

Os tratamentos físicos eram considerados eficientes somente durante o período de aplicação, pois acreditava-se que os mesmos não apresentavam efeito residual. A radiação UV, no entanto, exerce influência nas moléculas de DNA do micro-organismo, como mencionado anteriormente, e possivelmente pode desencadear efeito similar nas células vegetais. Pombo *et al.* (2011) demonstram que ocorreu prevenção de podridões em morango com a aplicação de radiação ultravioleta e, isto ocorreu, devido a ativação de genes que codificam para enzimas (glucanases, quitinases, peroxidases, fenilalanina amônia liase etc.) e, também, para metabólitos

envolvidos no mecanismo de defesa de plantas (POMBO *et al.*, 2011; HUYSKENS-KEIL *et al.*, 2010; CHARLES *et al.*, 2008).

A radiação ultravioleta promove alterações metabólicas em frutas e hortaliças, geralmente, pela ativação do metabolismo secundário. O tratamento com UV proporciona o aumento no conteúdo de licopenos em tomates (BRAVO *et al.* 2012; LIU *et al.* 2009). Estudos mostram que o tratamento com UVp ($3,6 \text{ J cm}^{-2}$) induz um aumento no teor de ácido ascórbico, carotenoides totais e na atividade antioxidante em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada (SANTOS, 2011).

O estresse físico causado pela radiação ultravioleta induz a síntese de etileno (TIECHER *et al.*, 2013; GONZÁLEZ-AGUILAR *et al.*, 2004) que, por sua vez, desencadeia as alterações no metabolismo secundário. A hipótese desse estudo é que estas alterações metabólicas, se promovidas pelo etileno em resposta à radiação UV, pode caracterizar um efeito residual do UVp no melão, aumentando a sua vida útil pós-colheita até certo ponto. Logo, a ação do etileno pode acelerar o processo de senescência dos frutos.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um potente inibidor da ação do etileno, controlando a senescência (MASSOLO *et al.*, 2011), bem como a atividade das enzimas antioxidativas (ZHANG *et al.*, 2013). Silva (2010), trabalhando com 1-MCP em morangos, observou que os frutos mantiveram a qualidade além de aumentar a vida útil em dois dias.

Assim, o objetivo neste estudo, foi avaliar o envolvimento do etileno na resistência e qualidade pós-colheita de melões climatéricos irradiados com UVp.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica do melão

O Brasil ocupou em 2011 a décima primeira posição entre os principais países produtores de melão. Sendo a China o maior produtor mundial, seguida pela Turquia, Irã, Estados Unidos e Espanha (FAO, 2013).

Em 2014, o Brasil produziu 589.939 toneladas de melão, em uma área de 22 mil hectares, estando à produção concentrada na região Nordeste, representando 94% da produção nacional (559.102). Os estados do Rio Grande do Norte e Ceará são os maiores produtores nacionais, com 39,4% e 37,7% da produção, respectivamente. Esses estados, juntos, ocuparam 15.609 ha (71%) de área cultivada com meloeiro no país (IBGE, 2014).

A expressividade da produção de melão no nordeste deve-se as condições ambientais favoráveis, caracterizada por altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e da alta luminosidade que se tem durante praticamente todo o ano (DIAS, 2014).

No quesito exportação, a produção de melão no Brasil tem evoluído nos últimos anos. Em 2014 o país exportou 196.850 gerando receitas da ordem de 152 milhões de dólares, já em 2015 o país exportou 223.746 obtendo, cerca de 154 milhões de dólares. Com isso o país teve uma variação de um ano para o outro positiva, conseguindo aumentar o volume produzido em 13,6% e a receita de 1,6%. O aumento da receita do melão não foi proporcional ao volume por causa da desvalorização da moeda nacional frente ao dólar e da queda nos preços internacionais (ANUARIO, 2016).

2.2 Podridão-por-Fusarium

Em 2011, cerca de 30% dos melões exportados apresentaram podridão-por-Fusarium (informação pessoal), sendo, por isso, descartados das vendas internacionais, acarretando grandes perdas financeiras aos produtores. Essa podridão pós-colheita vem ocorrendo desde 1999, nos plantios comerciais de meloeiro nos Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte.

A podridão causada por *Fusarium* está como uma das mais comuns doenças pós-colheita que causam danos às cucurbitáceas, sendo considerada uma das principais causas de perdas em diversas variedades de melões, principalmente em melões pertencentes ao grupo cantaloupensis (DIAS; TERAO, 2006). A infecção causa inviabilidade nos carregamentos de frutos e a perda do produto que iria ser exportado (FREIRE, 2006).

A podridão-por-fusarium é causada pelo fungo *Fusarium pallidoroseum*. Essa espécie sobrevive no solo e em restos de cultura penetrando no fruto pelas rachaduras que ocorrem na zona de abscisão peduncular, ou se o melão for do tipo Cantaloupe, ocorre no desenvolvimento das redes. Os sintomas visualizados são primeiramente vistos como uma pequena lesão encharcada, seguido de um crescimento micelial cotonoso branco. Se condições como temperatura e umidade relativa do ar forem favoráveis ao fungo, ocorre uma rápida evolução na lesão com aparecendo fissuras, resultando sérios prejuízos (DIAS; TERAPO, 2006).

O fungo pode ser disseminado quando ocorre o contato com o solo contaminado ou também pode se disseminar através do pó que levanta do solo quando está acontecendo os trabalhos de manejo. Esse fungo encontra-se facilmente no solo e em restos de plantas que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais e podem fazer parte também de um complexo que tem doenças associados a outros fungos e nematoides (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

2.3 Controle alternativo

Na cadeia produtiva, manter baixo o nível de perdas pós-colheita é uma tarefa difícil, isso representa um enorme desafio, já que as frutas e hortaliças são produtos que detêm uma grande quantidade de água e nutrientes em suas estruturas. Da colheita a senescência, esses órgãos mantêm várias atividades biológicas ativas, dessa forma apresenta uma maior vulnerabilidade a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e podridões (KADER, 2002).

Atualmente o principal método de controle é o químico. Contudo a poucos ingredientes ativos registrados no MAPA para o controle de doenças pós-colheita em frutos. Atualmente, somente o imazalil (Registro MAPA N° 3498) está registrado para aplicação em pós-colheita do melão (ALVES, 2000), mas nesse registro não está incluso o *Fusarium pallidorodeum*. Na comunidade europeia essa molécula foi liberada (REG – EU N° 705/2011) com o Limite Máximo de Resíduo (LMR) de 0,05 mg kg⁻¹ de melão. Por ser extremamente tóxica (Classe Toxicológica I), a sua Ingestão Diária Aceitável (IDA) é de apenas 0,03 mg kg⁻¹ de peso corpóreo (RE N° 3428 de 19/10/06 – DOU de 20/10/06).

A tendência atual é a substituição dos agrotóxicos convencionais por tratamentos alternativos que aliem segurança alimentar com sustentabilidade da agricultura (BOWER, 2007). Desse modo, vários estudos enfatizam o uso de métodos alternativos no controle de micro-organismos na pós-colheita de frutas e hortaliças, destacando-se a radiação ultravioleta (SYAMALADEVI *et al.*, 2015), termoterapia (NASCIMENTO *et al.*, 2014), água eletrolisada

(LUCENA, 2013), extratos vegetais (BERNARDO *et al.*, 2015) e óleos essenciais (BSAK; GUHA, 2015), quitosana (CHEN *et al.*, 2014).

2.4 Radiação UV

Na defesa de seus consumidores, os países desenvolvidos estão priorizando os tratamentos físicos que sejam eficazes no controle dos patógenos. Nessa perspectiva, vários estudos vêm sendo realizados com radiação de alimentos com ondas curtas na região do ultravioleta (KRISHNAMURTHY *et al.*, 2007; ALLENDE *et al.*, 2006). A luz ultravioleta é uma radiação na faixa de 200 a 400 nanômetros (nm); mas, em particular, a radiação emitida entre 200 e 280 nm (UV-C) induz a formação de rupturas nas moléculas de DNA, impedindo a reprodução (mitose) e a síntese proteica (novos materiais genéticos), resultando, assim, num efeito germicida (BINTSIS *et al.*, 2000), com a vantagem de não gerar subprodutos e nem resíduos químicos capazes de prejudicar a saúde dos consumidores (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

Existe, atualmente, dois princípios de aplicação da luz ultravioleta: contínuo (UVc) e pulsado (UVp). O modelo contínuo é o convencional, como o próprio nome já define, a luz ultravioleta é aplicada de forma contínua. Por outro lado, no modelo pulsado, a luz ultravioleta é armazenada num capacitor, sendo liberada em flashes intermitentes, que aumentam de forma instantânea a intensidade de energia, tornando o ultravioleta pulsado mais efetivo e mais rápido na inativação de micro-organismos (CFSAN-FDA, 2000; McDONALD *et al.*, 2000).

A radiação UVp possui características de penetração muito mais rápida que na forma contínua. Rise e Ewell (2001) observaram que para obter certa quantidade de energia o sistema convencional precisou-se de 3 horas de aplicação, enquanto que aplicado com o método pulsado esse tempo diminuiu para 40 segundos, obtendo-se a mesma quantidade de energia. A inativação de micro-organismos é mais efetiva e mais rápida devido a maior intensidade de energia liberada pela radiação pulsada (ELMNASSER *et al.*, 2007).

Várias revisões sobre as aplicações da radiação ultravioleta pulsada na pós-colheita de frutas e hortaliças, bem como na indústria de alimentos, podem ser encontradas em Geveke (2005), Yaun *et al.* (2004), Allende e Artes (2003) e Smith *et al.* (2002).

Até pouco tempo, os tratamentos físicos eram considerados eficientes somente durante o período de aplicação, pois acreditava-se que os mesmos não apresentavam efeito residual. A radiação UV, no entanto, exerce influência nas moléculas de DNA do micro-organismo, como mencionado anteriormente, e possivelmente pode desencadear efeito similar

nas células vegetais. Estudos mostram que ocorreu prevenção de podridões em morango com a aplicação de radiação ultravioleta e, isto ocorreu, devido a ativação de genes que codificam para enzimas (glucanases, quitinases, peroxidases, fenilalanina amônia liase etc.) e, também, para metabólitos envolvidos no mecanismo de defesa de plantas (POMBO *et al.*, 2011; HUYSKENS-KEIL *et al.*, 2010; CHARLES *et al.*, 2008). Charles *et al.* (2008) verificaram que a UV induziu a resistência a *Botrytis cinerea* em tomates. O tratamento com UV proporciona o aumento no conteúdo de licopenos em tomates (BRAVO *et al.* 2012; LIU *et al.* 2009). Estudos mostraram que o tratamento com UVp ($3,6 \text{ J cm}^{-2}$) induziu aumentos no teor de ácido ascórbico, de carotenóides totais e na atividade antioxidante em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada (SANTOS, 2011).

2.5 Etileno

Na fisiologia pós-colheita é comum à classificação dos frutos carnosos em dois tipos: os climatéricos e não-climatéricos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essa diferença está fundamentada na presença de distintos sistemas de síntese do etileno, os sistemas 1 e 2 (MCMURCHIE *et al.*, 1972). O sistema 1, caracterizada pela baixa produção de etileno, corresponde à liberação de etileno em frutos não-climatéricos e o período pré-climatérico dos frutos climatéricos. Em contraste, o sistema 2 é o responsável pela produção autocatalítica do etileno, encontrada na fase de maturação do fruto climatérico. Assim, vários autores sugerem que esse sistema 2 é a principal diferença entre frutos climatéricos e não-climatéricos (LELIEVRE *et al.*, 1997; MCMURCHIE *et al.*, 1972). Contudo, há espécies que apresentam os dois padrões de respiração. O meloeiro, por exemplo, está dividido em dois grupos: Inodorus (que produz frutos não-climatéricos) e o Cantaloupensis (que produz frutos climatéricos).

Vários estresses bióticos e abióticos podem aumentar os níveis endógenos de etileno, o que pode agravar os efeitos do estresse (MAYAK *et al.*, 2004 ; SIDDIKEE *et al.*, 2011). Contudo, os mecanismos de defesa das plantas são ativados pelo etileno sintetizado por elas. Quando se tem mais etileno sintetizado, maior é a resistência ao desenvolvimento de infecções (NASCIMENTO, 2006) e isso ocorreu devido a produção de fitoalexinas (FAN *et al.*, 2000), PR-proteínas (RODRIGO *et al.*, 1999), a indução de fenilpropanóides (CHAPPELL *et al.*, 1984) e alterações na parede celular (BELL, 1981).

Em frutos, o estresse físico causado pela radiação ultravioleta induz a síntese de etileno conforme verificado por Tiecher *et al.* (2013) e González-Aguilar *et al.* (2004). Desse modo, o aumento na produção de etileno pela UV, pode desencadear uma série de alterações

no metabolismo secundário, que podem resultar em aumento na vida-útil e qualidade pós-colheita de frutos.

2.6 1-Metilciclopropeno (1-MCP)

Vários compostos têm sido desenvolvidos com a finalidade de bloquear os receptores de etileno e causar inibição dos seus efeitos (FAUBION, 1999; SISLER, 1991). Porém, alguns desses compostos não são comercialmente aceitáveis devido a sua toxidez.

O 3,3-dimetilciclopropeno (3,3-DMCP), ciclopropeno (CP) e o 1-metilciclopropeno são inibidores de etileno que são mais estudados. Segundo Sisler *et al.* (1996) todos são efetivos, mas o 1-MCP é cerca de mil vezes mais ativo.

A aplicação do 1-MCP em frutos e hortaliças gera vários benefícios, contudo, seu efeito na inibição do etileno e diminuição da taxa respiratória, depende da concentração de aplicação (FAN; MATTHEIS, 2000; BRACKMANN *et al.*, 2000), do estágio de maturação (HARRIS *et al.*, 2000), do tempo de exposição ao gás e da espécie (SISLER; SEREK, 1997).

A ligação do etileno com seu receptor, uma proteína de membrana (molécula receptora), desencadeia uma série de respostas associadas à vida pós-colheita dos frutos. Quando os frutos são tratados com 1-MCP a molécula receptora é ocupada pelo inibidor e o etileno não consegue se ligar, bloqueando sua ação (VILAS BOAS, 2002).

Fato observado em melão Charentais, os quais foram tratados com 1-MCP, apresentando redução da atividade respiratória e a produção de etileno, proporcionando maior tempo de vida útil pós-colheita (SOUZA, 2008).

Esse composto tem mostrado ser uma excelente ferramenta para retardar o amadurecimento, mantendo a qualidade na fase de pós-colheita em frutos tropicais. Uma simples aplicação de 1-MCP pode proporcionar tempo suficiente para o transporte desses frutos a distâncias maiores, assim como a opção de se utilizar meios de transporte com melhor custo/benefício. A combinação do uso de 1-MCP e armazenamento em baixas temperaturas tem se mostrado como excelente opção para viabilizar a exportação marítima de várias frutas, abrindo assim novos mercados para os países produtores como o Brasil (PEREIRA; BELTRAN, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condução do experimento

Foram utilizados frutos de melão Cantaloupe, oriundos de plantio comercial da empresa Agrícola Famosa, localizada no município de Mossoró, RN. Os frutos foram colhidos nos estádios de maturação comercial para exportação, com pedúnculo totalmente preso. Em seguida, os melões foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, onde foram armazenados em câmara fria a 4°C e 85% de umidade relativa (UR).

No dia seguinte os frutos foram lavados com detergente neutro na concentração de 2 mL L⁻¹ e sanitizados com hipocloreto (Adhechlor) na concentração de 200 ppm, ficando os frutos imersos na solução cerca de 10 minutos. Em seguida retirados e colocados para escorrer e depois foram armazenados em câmara fria.

Para descrição dos tratamentos os frutos foram enumerados de maneira aleatória e distribuídos na câmara fria, separados em 4 tratamentos, sendo eles: UVp+1-MCP, UVp, 1-MCP e sem UVp e sem 1-MCP (controle), cada tratamento continha 25 frutos, totalizando 100 frutos no experimento.

O experimento foi conduzido utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuído em parcelas subdivididas, na qual constava na parcela os dois tempos e na subparcela os 4 tratamentos com 25 repetições cada.

3.2 Aplicação dos tratamentos

Após a sanitização os frutos ficaram armazenados na câmara fria por dois dias, depois desse período os frutos que iriam ser tratados com UVp foram levados para o Laboratório de Patologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical para a aplicação dos pulsos de raio ultravioleta em uma câmara UVp (SteriBeam, Modelo XeMaticA-2LXL), provida de duas lâmpadas preenchidas com gás xenônio, de alta potência, largura de 190 milímetros, posicionadas lateralmente, com capacidade de um pulso a cada 15 segundos, e com 0,3 J cm⁻² pulso⁻¹, para pulsos com 100% de potência das lâmpadas aplicando uma quantidade de 30 pulsos ou 9 J cm⁻² por fruto.

Os frutos para o tratamento com o 1-MCP, foram colocados em “containers” de plástico com volume de 0,186 m³, em que foi utilizado frascos com 50 mL de água a temperatura de 40 a 60 °C para dissolver 17,85 mg do produto, assim obtendo uma concentração de 600 nL L⁻¹. Ao colocar os frascos com o 1-MCP diluído dentro dos

“containers” retirou-se a tampa dos frascos e vedou imediatamente a caixa com os frutos para que não ocorresse a perda de gás. As caixas vedadas ficaram dentro da câmara fria a 4 °C durante 14 horas.

3.3 Características avaliadas

Um dia após a aplicação dos tratamentos foi realizado as análises de uma parte dos frutos para representação do tempo 0, e o restante foi analisado de acordo com a sobrevivência dos frutos. Primeiro foram realizadas a coleta de gás para análise de etileno, seguido das variáveis (peso do fruto, cor e firmeza). Em seguida, os frutos foram processados utilizando uma centrífuga doméstica Walita® e analisados quanto ao conteúdo de vitamina C, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável e açúcares solúveis.

3.3.1 Análise de sobrevivência

Os frutos foram avaliados diariamente quanto à aparência externa seguindo uma escala de notas que varia de 5 a 0 (Tabela 1). Os frutos foram avaliados até atingirem nota 3, ao alcançar essa nota eram levados ao laboratório para serem avaliados, representando o tempo final de sobrevivência, pois notas inferiores a 3 são considerados impróprios para a comercialização.

Tabela 1. Notas referente à aparência externa dos frutos variando de 5 a 0 para determinar a sobrevivência dos frutos.

Nota	Referência	Aparência externa
5	< 1% do fruto afetado	Ausência de depressões, manchas ou ataque de micro-organismos
4	1 a 10% do fruto afetado	Traços de depressões ou manchas
3	11 a 30% do fruto afetado	Depressões ou manchas leves
2	31 a 50% do fruto afetado	Depressões ou manchas de média intensidade
1	51 a 60% do fruto afetado	Depressões ou manchas com intensidade severa ou ataque de microrganismos
0	> 61% do fruto afetado	Depressões ou manchas com intensidade muito severa ou ataque generalizado de microrganismos

3.3.2 Produção de etileno

Para análise de etileno, os frutos íntegros foram colocados em baldes plástico de 7,35 litros com tampa e vedados com fita adesiva, cada balde com um fruto, em que permaneciam durante 1 hora e 30 minutos. Após o tempo, coletava-se, em duplicata, com uma seringa de 1 mL de ar através do septo e levado ao cromatógrafo à gás (CG-2010 SHIMADZU).

3.3.3 Peso dos frutos

Foi obtido por meio da pesagem individual dos frutos em balança semi-analítica.

3.3.4 Firmeza da polpa

Para determinação da firmeza da polpa, os frutos foram divididos longitudinalmente, em duas metades, fazendo duas leituras em cada metade, nas regiões equatoriais, com penetrômetro marca McCormick, modelo FT 011, com plunger de 8 mm. A leitura foi obtida em libras e convertidos para Newton (N).

3.3.5 Cor

Determina por reflectometria, utilizando-se de um colorímetro (CR-410), calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação e expressa no módulo L., a* e b*. As medições foram realizadas na casca, tomando-se duas leituras por fruto em regiões equidistantes.

3.3.6 Vitamina C

Determinada a partir de 5 g da amostra diluída em balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5%. Por titulometria foi obtida a vitamina C com solução DFI (2,6-diclofenol-indofenol) até atingir uma coloração róseo claro, de acordo com Strohecker e Henning (1967).

3.3.7 Sólidos solúveis (SS)

Os frutos foram processados e o suco obtido foi filtrado em papel filtro para medição dos teores de sólidos solúveis com auxílio de um refratômetro digital (QUIMIS[®], modelo Q-107D145) com compensação automática. Os resultados foram expressos em °Brix de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (2005).

3.3.8 Acidez titulável (AT)

Determinada por titulometria em duplicata, usando-se 5 g da amostra de suco, completando-se o volume para 50 mL com água destilada. Foi adicionado 3 gotas de fenolftaleína a 1% e realizada a titulação com solução de NaOH 0,1 M até a coloração róseo claro, expressando os resultados em % de ácido cítrico, conforme a AOAC (2005).

3.3.9 Relação SS/AT

Determinada pelo quociente entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável.

3.3.10 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado de acordo com AOAC (2005). Medido diretamente na amostra de suco com o potenciômetro digital com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7,0 e pH 4,0.

3.3.11 Açúcares solúveis (AS)

Para obtenção do extrato foi utilizado 0,5 g da amostra diluída em água destilada adicionada a um balão volumétrico de 250 mL, em seguida foi retirado uma alíquota de 100 μ L para realização da análise com auxílio de um espectrofotômetro a 620 nm para determinação das leituras, segundo a metodologia de Yemn e Wilis (1954). Os resultados foram expressos em % de glicose.

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) realizada com auxílio do software SISVAR versão 3,01, e para comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey a 0,05 de significância

Para a análise de sobrevivência foi utilizado o software SIGMA PLOT 11.0 para a comparação das notas a 0,001 de significância, e para comparação das médias dos percentis, utilizou-se o teste de Log-Rank a 0,001 de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância das variáveis estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. Observou-se interação significativa entre os fatores estudados apenas para o etileno. Para as variáveis pH, sólidos solúveis, açúcares solúveis e firmeza nenhum fator apresentou diferença. Quanto a acidez titulável, vitamina C e os parâmetros de cor, observou-se diferença apenas no tempo de armazenamento. Já a variável SS/AT apresentou diferença isolado para os dois fatores estudados.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância para as variáveis de pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis (AST), relação SS/AT e vitamina C.

Fontes de variação	Gl	QM					
		pH	AT	SS	SS/AT	AST	Vitamina C
Tempo	1	0,076 ^{ns}	0,00699 ^{**}	0,108 ^{ns}	16351,10 ^{**}	2,07 ^{ns}	1190,17 ^{**}
erro 1	8	0,058	0,00004	1,226	67,85	1,58	7,51
Tratamento	3	0,018 ^{ns}	0,00018 ^{ns}	2,778 ^{ns}	1230,02 ^{**}	2,35 ^{ns}	23,41 ^{ns}
Tempo x tratamento	3	0,037 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	1,183 ^{ns}	271,44 ^{ns}	0,70 ^{ns}	3,21 ^{ns}
Erro 2	24	0,052	0,00013	2,007	187,07	0,86	13,01
CV1 (%)		3,75	7,13	9,53	6,37	12,67	12,90
CV2 (%)		3,55	12,58	12,19	10,57	9,36	16,98

^{ns} Não significativo; * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

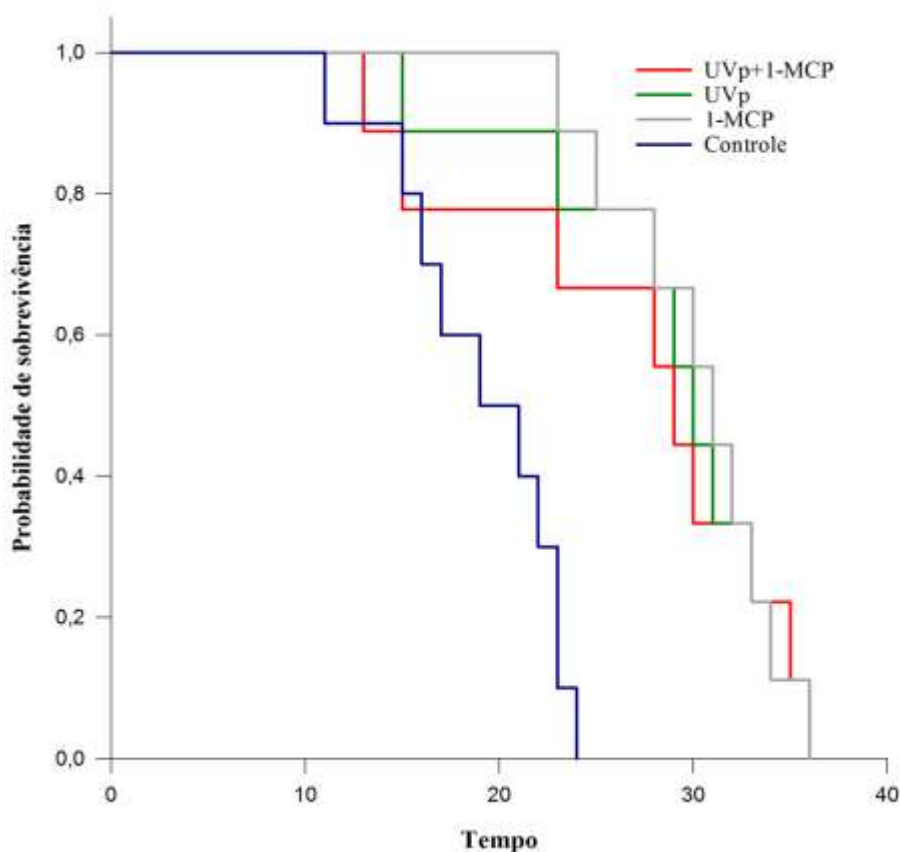
Tabela 3 - Resumo das análises de variância para as variáveis de etileno, firmeza e cor (L*, a* e b*).

Fontes de variação	Gl	QM				
		Etileno	Firmeza	L	a	b
Tempo	1	124,71 [*]	6,27 ^{ns}	17,68 [*]	8,83 ^{**}	14,35 [*]
erro 1	8	16,65	22,83	2,24	0,54	1,78
Tratamento	3	16,58 ^{ns}	11,32 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Tempo x tratamento	3	46,50 ^{**}	60,09 ^{ns}	3,17 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Erro 2	24	9,05	23,22	3,82	0,66	2,39
CV1 (%)		47,05	25,62	2,41	24,85	5,64
CV2 (%)		34,69	25,84	3,14	27,34	6,53

^{ns} Não significativo; * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para análise de sobrevivência observou-se que os tratamentos com UVp+1-MCP, UVp e 1-MCP atingiram a nota 3 aos 36 dias (Figura 1). Observa-se que os frutos do controle atingiram a nota 3 aos 24 dias. Comparando os tratamentos pode-se observar uma diferença de 12 dias a mais de vida útil para os frutos tratados com UVp+1-MCP, UVp e 1-MCP armazenados em câmara fria a 4 °C e 85% de umidade relativa.

Figura 1. Análise de sobrevivência de melões ‘Cantaloupe’ tratados com UVp e 1-MCP armazenados sob refrigeração ($4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR).



Na análise de sobrevivência foram obtidos ainda os valores do percentil (50%), que refere-se aos dias de armazenamento em que 50% dos frutos de cada tratamento atingiram nota 3. Sendo observado diferença apenas no controle, uma vez que os tratamentos apresentaram valores muito próximos de percentil (50%). Isso pode ser observado por meio da análise do intervalo de confiança (IC) nos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Percentil de melões ‘Cantaloupe’ tratados com UVp e 1-MCP armazenados sob refrigeração ($4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR).

Tratamentos	Percentil (50%)+IC	GL	Probabilidade
UVp+1-MCP	29,00 (26,78 – 31,92)	3	<0,001
UVp	30,00 (27,78 – 32,92)	3	<0,001
1-MCP	31,00 (28,78 – 33,92)	3	<0,001
Controle	19,00* (12,80 – 25,19)	3	<0,001

Intervalos que se sobrepõem não diferem estatisticamente pelo teste de Log-Rank a 0,001 de significância.

Nota-se que os intervalos de confiança se sobrepõem entre os tratamentos, não apresentando diferença entre eles. Diferentemente do controle que teve 50% dos frutos atingindo a senescência com 19 dias de armazenamento.

Para a síntese de etileno nos frutos observou-se interação entre os tratamentos e o período de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5. Produção de etileno (mL de etileno Kg⁻¹ h⁻¹) de melões ‘Cantaloupe’ tratados com 1-MCP e UVp armazenados sob refrigeração (4 ± 2 °C e 85 ± 5% UR).

Tempo	Etileno			
	Controle	1-MCP	UVp	UVp+1-MCP
0	8,71 aB	15,26 aA	8,76 aB	9,03 aB
Final	5,86 aA	5,44 bA	7,67 aA	8,65 aA
DMS	4,78			

Média seguida de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se observar, no primeiro dia de avaliação, que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores valores de etileno ($P < 0,05$). Esse resultado pode ser devido à ocupação dos sítios de ação do etileno no fruto pelo 1-MCP, deixando maiores quantidades de etileno livre no ar. Comportamento semelhante foi verificado em pêssegos e maçãs, nos quais o 1-MCP parece ter estimulado a produção de etileno (FAN *et al.*, 2002; BRACKMANN *et al.*, 2004).

No fim do período de avaliação, os valores de etileno reduziram somente para os frutos tratados com 1-MCP (Tabela 5). Neste momento, provavelmente o efeito do 1-MCP já tenha reduzido, assim, ocasionou liberação dos sítios receptores e, conseqüentemente, ocorreu a ligação do etileno, levando a baixa quantidade do mesmo no ar. De acordo com Huber (2008) o 1-MCP é reconhecido como importante ferramenta no controle da maturação de frutos climatéricos, por promover a inibição da ligação do etileno ao seu receptor, podendo inibir e ação metabólica desse hormônio.

Quanto à coloração da casca, os tratamentos não alteraram a cor (L^* , a^* e b^*) dos melões ($P > 0,05$). Observando-se mudanças apenas durante o período de armazenamento, para todas as variáveis de cor analisadas (Tabela 6).

Tabela 6. Cor (L^* , a^* e b^*) de melões ‘Cantaloupe’ tratados com 1-MCP e UVp armazenados sob refrigeração (4 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR).

Cor da casca			
Tratamento	L	a	b
Controle	61,60 a	-3,04 a	23,97 a
1-MCP	62,35 a	-3,11 a	23,40 a
UVp	62,69 a	-3,11 a	23,47 a
UVp + 1-MCP	62,11 a	-2,61 a	23,76 a
DMS	2,41	1,00	1,90
Tempo			
0	61,52 b	-3,44 b	23,05 b
Final	62,85 a	-2,50 a	24,25 a
DMS	1,09	0,54	0,97

Média seguida de mesma letra na coluna não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se aumento ($P < 0,05$) nos valores médios em L^* , a^* e b^* no fim do período de armazenamento. A cor primária L^* indica luminosidade, variando do preto (0) ao branco (100), ou seja, quanto menor o valor de L^* mais escuro a amostra. Nesse estudo, o aumento em L^* pode estar relacionado à leve desidratação do fruto durante o armazenamento, tornando o fruto com aspecto mais esbranquiçado. Oliveira *et al.* (2014) trabalhando com abacaxi, observou que os frutos que foram tratados com menores umidades obtiveram menores valores de L^* quando comparados aos outros frutos.

O a^* indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) a vermelho (+). Os valores negativos obtidos para a^* , no fim do período de armazenamento, indica a tendência de perda da cor verde, que também pode está relacionado com a perda de clorofila e surgimentos de carotenoides.

O b^* indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+). Quanto maior o valor de b^* , mais amarelado é o fruto. Desse modo, o aumento em b^* está relacionado à mudança de cor dos frutos relacionados aos eventos do amadurecimento. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a mudança de cor do verde para o amarelo está relacionado com a perda de clorofila. Essa perda deve-se as mudanças que ocorrem no metabolismo dos frutos. A perda de clorofila pode está relacionada ainda ao etileno autocatalítico, uma vez que esse etileno induz a síntese de clorofilases (FLORES *et al.*, 2001).

Os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) o pH, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável dos melões, assim como o tempo que também não alterou os valores de pH e sólidos solúveis (Tabela 7).

Tabela 7. Potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS, °Brix), acidez titulável (AT, g de ácido cítrico 100 g⁻¹) e relação SS/AT de melões ‘Cantaloupe’ tratados com 1-MCP e UVp, armazenados sob refrigeração (4 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR).

Tratamento	Variáveis			
	pH	SS	AT	SS/AT
Controle	6,47 a	11,68 a	0,0875 a	139,02 a
1-MCP	6,47 a	11,73 a	0,0934 a	123,56 a
UVp	6,38 a	10,90 a	0,0967 a	116,62 a
UVp + 1-MCP	6,46 a	12,17 a	0,0889 a	138,29 a
DMS	0,28	1,75	0,014	16,88
Tempo				
0	6,49 a	11,67 a	0,105 a	109,16 b
Final	6,40 a	11,57 a	0,078 b	149,58 a
DMS	0,17	0,81	0,005	6,01

Média seguida de mesma letra na coluna não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à acidez observou-se redução ($P<0,05$) no fim do período de armazenamento, variando de 0,105 no início para 0,078 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de suco no final do armazenamento (Tabela 7). O amadurecimento conduz a redução da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005), uma vez que essa redução pode estar relacionada a processos metabólicos que ocorrem nos frutos durante o período de armazenamento, devido estes ácidos serem uma fonte de substrato para respiração.

A relação SS/AT trata-se de um parâmetro que indica o estado de maturação e sabor dos frutos. Os valores mais elevados para a relação SS/AT demonstram que os frutos são mais doces, característica desejável na qualidade dos frutos. No presente estudo, observou-se aumento ($P<0,05$) com o período de armazenamento, estando associado à redução da acidez dos frutos. Como observado, a acidez titulável reduziu durante o período de armazenamento, e os sólidos solúveis mantiveram-se sem variações, isso significou o aumento dos valores da relação SS/AT, que significa um benefício, pois ela é determinante na qualidade comercial dos frutos.

Os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) o conteúdo de vitamina C, açúcares solúveis e firmeza da polpa dos melões, assim como o tempo que não causou alterações nos açúcares solúveis e firmeza (Tabela 8).

Tabela 8. Vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$), açúcares solúveis (% glicose) e firmeza da polpa (Newton) de melões ‘Cantaloupe’ tratados com 1-MCP e UVp, armazenados sob refrigeração ($4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\% \text{ UR}$).

Tratamento	Variáveis		
	Vitamina C	Açúcares solúveis	Firmeza
Controle	20,50 a	9,88 a	20,01 a
1-MCP	21,58 a	9,98 a	17,47 a
UVp	19,69 a	9,34 a	18,82 a
UVp + 1-MCP	23,23 a	10,52 a	18,29 a
DMS	4,45	1,15	5,95
Tempo			
0	26,70 a	10,16 a	19,04 a
Final	15,79 b	9,70 a	18,25 a
DMS	1,99	0,92	3,48

Média seguida de mesma letra na coluna não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A vitamina C reduziu durante o período de conservação ($P<0,05$), representando uma redução de 40,8%. Essa redução durante o armazenamento ocorre devido a vitamina C ser bastante instável e sua elevada degradação ser decorrente da facilidade de oxidação do ácido ascórbico e ação enzimática da ascorbato oxidase (ISLAM *et al.*, 1993).

5 CONCLUSÕES

Os melões tratados com UVp+1-MCP, UVp e 1-MCP não apresentaram diferença entre eles para os parâmetros avaliados, proporcionando vida útil de 36 dias. Porém, obtiveram 12 dias a mais de vida útil que os melões do controle.

Não ocorreu mudanças na qualidade pós-colheita dos melões envolvidos com a ação do etileno na utilização do UVp e 1-MCP. No entanto, ao final do período de conservação foi observadas mudanças na coloração, acidez, relação SS/AT e vitamina C.

Conclui-se também que nesse trabalho o UVp não aumentou a síntese de etileno em melões Cantaloupe.

REFERÊNCIAS

ALLENDE, A.; ARTES, F. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed “Lollo Rosso” lettuce. *Food Research International*, v.36: 739–46, 2003.

ALMEIDA, A. S. Conservação de melão cantaloupe ‘hy-mark’ tratado com 1-MCP após a colheita. 168f., 2002. Dissertação (Mestrado em Produção Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças Tropicais) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Rio Grande do Norte.

ANUARIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2016, editora gazeta; disponível em: http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2016/04/20160414_0d40a2e2a/pdf/5149_2016fruticultura.pdf . Acesso em 13/06/2016.

Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 18.ed. Maryland.

BASAK, S.; GUHA, P. Modelling the effect of essential oil of betel leaf (*Piper betle* L.) on germination, growth, and apparent lag time of *Penicillium expansum* on semi-synthetic media. *International journal of food microbiology*, v.215, p.171-178, 2015.

BELL, A. A. Biochemical mechanisms of disease resistance. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.32, p.21-81, 1981.

BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; PINTO, C. M. F.; LÚCIA, C.; PINTO, F. B.; MARTINS, M. L.; MARTINS, E. M. F. Desenvolvimento de extrato de pimenta-biquinho como forma de conservação pós-colheita. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.2: 29-37, 2015.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. K. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry—a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, n. 6, p. 637–645, 2000.

BOWER, C. Postharvest handling, storage, and treatment of fresh market berries. In: ZHAO, Y. Berry fruit : value-added products for health promotion. Boca Raton: CRC. p.262-288, 2007.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, J.; DONAZOLLO, J. Ação do 1-MCP sobre o amadurecimento de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) cv gala na temperatura de 20 °C. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Fortaleza-CE. Resumos do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF. CD-ROM. v.1. p.354, 2004.

BRAVO, S.; GARCÍA-ALONSO, J.; MARTÍN-POZUELO, G.; GÓMEZ, V.; SANTAELLA, M.; NAVARRO-GONZÁLEZ, I.; PERIAGO, M. J. The influence of post-harvest UV-C hormesis on lycopene, β -carotene, and phenolic content and antioxidant activity of breaker tomatoes. *Food Research International*, v.49, p.296-302, 2012.

CHARLES, M. T.; GOULET, A.; ARUL, J. Physiological basis of UV-C induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruit: IV. Biochemical modification of structural barriers. *Postharvest Biology and Technology*, v.47, p.41-53, 2008.

CHAPELL, J.; HAHLBROCK, K.; BOLLER, T. Rapid induction of ethylene biosynthesis in cultured parsley cells by fungal elicitor and its relationship to the induction of phenylalanine ammonia-lyase (*Phytophthora megasperma*). *Planta*, Berlin, v.161, p.475-480, 1984.

CHEN, J.; ZOU, X.; LIU, Q.; WANG, F.; FENG, W.; WAN, N. Combination effect of chitosan and methyl jasmonate on controlling *Alternaria alternate* and enhancing activity of cherry tomato fruit defense mechanisms. *Crop Protection*, v.56, p.31-36 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, p. 33-785, 2005.

DIAS, R. C. S.; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. In: OLIVEIRA, S. M. A. et al.(Eds.).Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília:Embrapa Informação Tecnológica, p. 595-627, 2006.

DIAS, V. G. Crescimento, fisiologia e produção do meloeiro “pele de sapo” cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. 84f., 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Sustentabilidade) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

ELMNASSER, N.; GUILLOU, S.; LEROI, F.; ORANGE, N.; BAKHROUF, A.; FEDERIGHI, M. Pulsed light system as a novel food decontamination technology: a review. *Canadian Journal Microbiology*, v.53, p.813-821, 2007.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-methylcyclopropene. *HortScience*. v.35, p.885-887, 2000.

FAO.FAOSTAT: Agricultural Statistics Database. Disponível em <<http://faostat.fao.org/faostat>> acesso em 2014.

FAUBION, D. Could new ethylene inhibitor work on fruit? *Good Fruit Grower*. 50 95, 18, 1999.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P.; ROBERTS, R. G. Biosynthesis of phytoalexin in carrot root requires ethylene action. *Physiologia Plantarum*, Bornholm, v. 110, p. 450-454, 2000.

FLORES, F. B.; MARTINEZ-MADRID, M. C.; SÁNCHEZ-HIDALGO, F. J.; ROMOJARO, F. Differential rind and pulp ripening of transgenic antisense ACC oxidase melon. *Plant Physiology and Biochemistry*. v. 39, p. 37-43, 2001.

FREIRE, F. C. O. Doenças atuais e potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do Nordeste. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras, v. 31, suplemento, p. S38-S44, 2006.

GEVEKE, D. J. UV inactivation of bacteria in apple cider. *Journal of Food Protection*, v.68, p.1739-1742, 2005.

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

GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Review: advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Science and Technology International*, v. 10, n. 3, p.137-147, 2004. Disponível em: <<http://fst.sagepub.com/content/10/3/137.full.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2012. doi:10.1177/1082013204044359.

HARRIS, D.R.; SEBERRY, J.A.; WILLS, R.B.H.; SPOHR, L.J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. *Postharvest Biology and Technology*.v.20, p.303-308, 2000.

HUBER, D. J. Suppression of ethylene responses through application of 1-methylcyclopropene: a powerful tool for elucidating ripening and senescence mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables. *Hortscience*, v.43: 106-111, 2008.

HUYSKENS-KEIL, S.; SCHREINER, M.; KRUMBEIN, A.; REICHMUTH, C. H.; JANATA, E.; ULRICH, C. H. UV-B and gamma irradiation as physical elicitors to promote phytochemicals in brassica sprouts. *Acta Horticulturae*, v.858, p.37-41, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola. Banco de dados agregados. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25/04/2014.

ISLAM, M. N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. *Food Chemistry*. v. 48, p. 75–78, 1993.

KADER, A. (ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3 ed. Riverside: UC Regents, 535p., 2002.

KRISHNAMURTHY, K.; DEMIRCI, A.; IRUDAYARAJ, J.M. Inactivation of *Staphylococcus aureus* in Milk Using Flow-Through Pulsed UV-Light Treatment System. *Journal of Food Science*, v.72, n.7, p.233-239, 2007.

LELIEVRE, J. M.; LATCHE, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia plantarum*, v.101, p.727-739, 1997.

LIMA MAC; ALVES RE; BISCEGLI CI; FILGUEIRAS HAC; COCOZZA FDM. 2004. Conservação de melões Gália 'Solar King' tratados com 1-metilciclopropeno. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.121-126, 2004.

LIU, L. H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L. E.; AGUAS, P.; WOONTON, B. W. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry*, v.115, p.495-500, 2009.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet light and food preservation. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G. et al. *Novel food processing technologies*. New York: CRC, p.405-421, 2005.

LUCENA, H. H. Qualidade da manga “Tommy Atkins” minimamente processada tratada com água eletrolisada. 93f., 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

MAYAK, S.; TIROSH, T.; GLICK, B. R. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.42, p.565-572, 2004.

MASSOLO, J. F.; CONCELLON, A.; CHAVES, A. R.; VICENTE, A. R. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.59, p.10-15, 2011.

MCDONALD, K. F.; CURRY, R. D.; CLEVINGER T. E.; UNKLESBAY, K.; EISENSTRACK, A.; GOLDEN, J.; MORGAN R. D. A comparison of pulsed and continuous ultraviolet light sources for the decontamination of surfaces. *IEEE Transactions on Plasma Science*, v.28, p.1581–1587, 2000.

MCMURCHIE, E. J.; MCGLASSON, W. B.; EAKS, I. L.; Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. *Nature*, v.237, p.235–236, 1972.

NASCIMENTO, L. M. Efeito da aplicação de etileno como inibidor do desenvolvimento de doenças fúngicas durante ao pós-colheita de frutos cítricos. 2006. Disponível em: www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/poscolheita/143.htm.

- NASCIMENTO, F. V.; SANTOS, M. C. D.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A. Hydrothermal and UV-C radiation in control of pathogens of mango and melon. *Summa Phytopathologica*, v.40, p.313-317, 2014.
- OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, M. D.; SILVEIRA, E. D.; GOMES, A. M.; MARIANO, R. D. L. Biocontrole da mancha-aquosa do melão pelo tratamento de sementes com bactérias epifíticas e endofíticas. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.377, 2006.
- OLIVEIRA, E.S.; LIMA, I. B.; PESSOA, M. N. G. Efeitos dos óleos vegetais no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. In: XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia. 34, 2009.
- OLIVEIRA, J. R.; NETO, R. C. A.; ALMEIDA, U. O. Coloração de frutos de abacaxi em função da época de plantio e sistema de cultivo. Acre, 2014.
- PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismos de ação e uso de 1-MCP – bloqueador da ação de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM L. (Ed.). Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas. Viçosa: UFV, p.31-42, 2002.
- PIMENTEL, C. R. M.; PEREIRA FILHO, J. E. Demandas de pesquisas tecnológicas para a fruticultura Cearense. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 39 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 56), 2002.
- POMBO, M. A.; ROSLI, H. G.; MARTÍNEZ, G. A.; CIVELLO, P. M. UV-C treatment affects the expression and activity of defense genes in strawberry fruit (*Fragaria ananassa*, Duch.). *Postharvest biology and technology*, v.59, p.94-102, 2011.
- PRUSKY, D. et al. The level of quiescent infection of *Alternaria alternata* in mango fruits at harvest determines the postharvest treatment applied for the control of rots during storage. *Postharvest Biology and Technology*, v.25, p.339-347, 2002.
- RICE, J. K.; EWELL, M. Examination of peak power dependence in the UV inactivation of bacterial spores. *Applied and Environmental Microbiology*, v.67, p.5830–5832, 2001.

RODRIGO, I.; VERA, P.; TORNERO, P.; JERNANDEZ-YAGO, J.; CONEJERO, V. cDNA cloning of viroid induced tomato pathogenesis-related protein P-23: characterization as a vacuolar antifungal factor. *Plant Physiology*, Rockville, v.102, p. 939-945, 1999.

SANTOS, J. S. Efeito de antioxidantes, cloreto de cálcio e luz ultravioleta (UV) pulsante na conservação de manga 'Tommy Atkins' minimamente processada. 146f., 2011. Dissertação (Mestrado em Pós-Colheita de Frutos Tropicais) - Universidade Federal de Sergipe, Alagoas.

SIDDIKKEE, M. A.; CHAUHAN, O. S.; TONGMIN, S. A. Regulation of ethylene biosynthesis under salt stress in Red Pepper (*Capsicum annum* L.) by 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase producing halotolerant bacteria. *Plant Growth Regulation* v.10, p.1-8, 2011.

SILVA, P. A. Manutenção da qualidade de morangos submetidos ao 1-MCP e armazenados em temperatura ambiente e refrigerada. 137f., 2010. Tese (Doutorado em Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

SISLER, E.C. Ethylene binding components in plants. p.81-99. In: MATTOO, A.K.; SUTTLE, J.C. *The plant hormone ethylene*. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1991.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiology Plant*. v.100, p.577-582, 1997.

SISLER, E.C.; SEREK, M.; DUPILLE, E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. *Plant Growth Regulators*. v.18, p.169-174, 1996.

SMITH, W. L.; LAGUNAS-SOLAR, M. C.; CULLOR, J. S. Use of pulsed ultraviolet laser light for the cold pasteurization of bovine milk. *Journal of Food Protection*, v.50, p.108-111, 2002.

SOUZA P.A; FINGER FL; ALVES RE; PUIATTI M; CECON PR; MENEZES JB. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. *Horticultura Brasileira* v.26, p.464-470, 2008.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. Análisis de vitaminas, métodos comprobados. (1967).

SYAMALADEVI, R. M.; ADHIKARI, A.; LUPIEN, S. L.; DUGAN, F.; BHUNIA, K.; DHIGRA, A.; SABLANI, S. S. Ultraviolet-C light inactivation of *Penicillium expansum* on fruit surfaces. *Food Control*, v.50, p.297-303, 2015.

TIECHER, A.; PAULA, L. A.; CHAVES, F. C.; ROMBALDI, C. V. 2013. UV-C effect on ethylene, polyamines and the regulation of tomato fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, v.86, p.230-239, 2013.

YAUN, B. R.; SUMMER, S. S.; EIFERT, J.D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. *International Journal of Food Microbiology*, v.90, p.1-8, 2004.

VILAS BOAS, E. V. B. 1-MCP: um inibidor da ação do etileno. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2. Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p. 24-30, (2002).

ZHANGh, H.; BOYETTE-DAVIS, J. A.; KOSTURAKIS, A. K, Li, Y.; YOON, S. Y.; WALTERS, E. T.; DOUGHERTY, P. M. Induction of monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) and its receptor CCR2 in primary sensory neurons contributes to paclitaxel-induced peripheral neuropathy. *The Journal of Pain*, v.14, n.10, p.1031-1044, 2013.