

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ABDON OLIVEIRA BONFIM NETO

**AVALIAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE
QUITOSANA E CURCUMINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
UVAS BENITAKA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

ABDON OLIVEIRA BONFIM NETO

**AVALIAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE
QUITOSANA E CURCUMINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
UVAS BENITAKA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda Vitória Leimann

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Regiane da Silva Gonzalez

CAMPO MOURÃO

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA E
CURCUMINA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE UVAS BENITAKA

POR

ABDON OLIVEIRA BONFIM NETO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 23 de novembro de 2016 às 16 horas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof^a. Dr^a. Fernanda Vitória Leimann
Orientadora

Prof. Dr. Odinei Hess Gonçalves
Membro da banca

Prof^o. Dr. Rafael Porto Ineu
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a minha orientadora, Doutora Fernanda Vitória Leimann, por todo o apoio, interesse, dedicação e esclarecimento prestado durante toda a realização deste trabalho. Obrigado à minha coorientadora, Doutora Regiane da Silva Gonzalez, pelo apoio.

Agradeço à minha família, particularmente aos meus pais que me apoiaram e ajudaram sempre no que conseguiram.

Por fim, agradeço a minha namorada, Larissa, por todo o apoio, paciência e compreensão ao longo deste tempo. MUITO OBRIGADO, a concretização deste trabalho não seria possível sem o apoio de todos

RESUMO

NETO, Abdon Oliveira Bonfim. **Avaliação de coberturas comestíveis à base de quitosana e curcumina na qualidade pós-colheita de uvas Benitaka**. 2016. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Devido à fragilidade e pela dificuldade em impedir a deterioração de uvas que apresentam uma elevada perda pós colheita propõe-se o uso de recobrimentos comestíveis com função antimicrobiana para prolongar a vida de prateleira das mesmas. Neste trabalho uvas de mesa do tipo Benitaka foram avaliadas com relação à textura, perda de massa e qualidade microbiológica (bolores e leveduras) durante 7 dias de armazenamento a temperatura de 25°C e 51% de umidade relativa. Além das amostras controle (C) (sanitizadas) dois recobrimentos comestíveis foram aplicados, filme de quitosana (Q) e filme de quitosana contendo nanopartículas de zeína com curcumina encapsulada (QC, 15mg/mL de solução filmogênica). A curcumina, foi encapsulada por nanoprecipitação em zeína tendo em vista o aumento de sua solubilidade e sua dispersibilidade em água pois possui característica lipofílica. As nanopartículas foram adicionadas no recobrimento comestível de quitosana e os dois recobrimentos aplicados nas uvas Benitaka levaram a uma maior perda de massa das frutas (até 10,45%) do que a amostra controle (4,72%) após 7 dias de armazenamento. Possivelmente este comportamento foi devido à perda de água presente na matriz polimérica do filme. O perfil de textura das uvas apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) para o parâmetro de dureza (firmeza) indicando a formação de uma cobertura mais firme ao longo do tempo de armazenamento pela desidratação do filme de quitosana. A qualidade microbiológica das uvas com relação a bolores e leveduras indicou que as amostras recobertas até o terceiro dia de armazenamento apresentaram segurança para o consumo (< 10 UFC/g), porém após o sétimo dia não (acima de $1,33 \cdot 10^6$ UFC/g), de acordo com o limite indicado pela legislação.

Palavras-chave: Nanopartículas de zeína, perda de massa, análise do perfil de textura, bolores e leveduras.

ABSTRACT

NETO, Abdon Oliveira Bonfim. **Edible coverage based on chitosan and curcumin in postharvest quality**. 2016. 32f. Final Essay. (Bachelor of Food Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2016.

Due to the fragility and difficulty in grapes deterioration prevention which have a high postharvest loss the use of edible coatings is proposed with the addition of antimicrobial function to prolong grapes shelf life. In this work Benitaka type table grapes were evaluated in relation to texture, weight loss and microbiological quality (molds and yeasts) for 7 days of storage room temperature at 25 ° C and 51% of relative humidity. A control sample (C) (sanitized) and two edible coatings were applied to Benitaka grapes: chitosan film (Q) and chitosan film added of zein nanoparticles with encapsulated curcumin (QC 15mg/mL of filmogenic solution). Curcumin, recognized by its antimicrobial properties, was encapsulated by nanoprecipitation in zein with the intent of increase its solubility and dispersibility in water since it has a lipophilic character. The nanoparticles were added to the chitosan edible coating and successfully applied to Benitaka grapes. Both edible coatings (Q and QC) led to higher fruit weight loss (up to 10.45%) than the control sample (4.72%) after 7 days of storage. Possibly this behavior was due to the loss of water present in the chitosan matrix. The texture profile of grapes showed a significant difference ($p < 0.05$) for the hardness parameter (firmness) indicating the formation of a harder coating during the storage time due to dehydration of chitosan film. The microbiological quality of Benitaka grapes, with respect to molds and yeasts, indicated that the coated samples until the third day of storage were considered safe for consumption (< 10 CFU/g), but after the seventh day not (above 1.33×10^6 CFU/g), according to the limit indicated by law.

Keywords: Zein nanoparticles, weight loss, texture profile analysis, molds and yeasts.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de uvas no Brasil, em toneladas.....	5
Tabela 2 – Produção de uvas e elaboração de vinhos e derivados no Rio Grande do Sul.....	6
Tabela 3 –Produção de uvas para processamento e para consumo in natura, no Brasil,em toneladas.....	6
Tabela 4 – Produção mundial de frutas.	7
Tabela 5 – Parâmetros obtidos para o perfil de textura das amostras de uvas no dia do tratamento (dia 0) e após 7 dias de armazenamento a 25°C e UR de 51%.....	19
Tabela 6 – Resultados de bolores e leveduras para as amostras de uvas durante os 7 dias de armazenamento.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cultivar de uva de mesa com sementes Benitaka.....	8
Figura 2. Estrutura da quitina.....	11
Figura 3. Estruturas polimórficas da quitina.....	11
Figura 4. Estrutura da quitosana.....	12
Figura 5. Perda de massa de uvas Benitaka durante 7 dias de armazenamento à 25°C: C Controle, Q quitosana e QC quitosana contendo nanopartículas de curcumina.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	Objetivos e Metas	3
2.1	Objetivos gerais.....	4
2.2	Objetivos específicos.....	4
3	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	5
3.1	Uva (Vitis vinífera) variedade Benitaka	5
3.1.1	Produção e mercado nacional.....	5
3.2	FILMES UTILIZADOS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS.....	9
3.3	QUITOSANA.....	10
3.4	CÚRCUMA	13
4	MATERIAS E MÉTODOS	14
4.1	Materiais	14
4.2	MÉTODOS.....	14
4.2.1	Síntese das nanopartículas.....	14
4.2.2	Desenvolvimento dos filmes comestíveis	15
4.2.3	Preparo das uvas e aplicação dos filmes de quitosana e quitosana com nanopartículas contendo curcumina	15
4.2.4	Determinação da perda de massa	15
4.2.5	Análise de bolores e leveduras	16
4.2.6	Análise de textura	16
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1	Perda de massa	17
5.2	Perfil de textura para uvas	18

5.3 Bolores e leveduras.....	19
6 Referencias bibliográficas	21

1 INTRODUÇÃO

Atualmente são desperdiçados mundialmente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos, causando uma enorme perda socioeconômica, sendo que 54% deste total é perdido na fase de produção enquanto que os 46% restantes se perdem na fase de processamento, sendo que 870 milhões de pessoas no mundo passam fome (FAO, 2014).

O mercado interno quanto externo de produtos de origem hortifrutícolas está cada vez mais exigente tanto quanto à qualidade dos produtos, sendo que fatores como aparência, aroma e sabor já não podem ser considerados isoladamente como sinônimo de qualidade, sendo necessário possuírem também a ausência de podridões e resíduos de pesticidas e, a segurança do alimento em geral (POMMER, 2003), atendendo a legislação vigente.

Com o aumento da demanda dos consumidores de produtos livres de resíduos de agrotóxicos, tem-se buscado pela seleção de variedades resistentes de fitopatógenos aos fungicidas. Observado à demanda tem-se a busca por elementos capazes de suprir tal necessidade, dentre os quais destaca-se a quitina (GOOSEN, 1997).

As propriedades antimicrobianas da quitosana e devido à existência de cargas positivas nos aminoácidos, que são capazes de interagir com as cargas negativas das membranas celulares dos microrganismos (DUTTA et al., 2008). A interação das cargas, altera o funcionamento normal da membrana, provocando inibição da síntese de proteínas (HALOPPA et al., 2006). Neste contexto estes materiais podem agregar propriedades ativas aos materiais de embalagem.

Embalagens com potencial biocida vêm sendo largamente estudadas uma vez que as mesmas promovem a proteção e segurança dos produtos durante distribuição e estocagem (AZEVEDO, 2012), podendo ainda melhorar a segurança ou as propriedades sensoriais do produto.

Existe ainda grande demanda para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, cujo processo de obtenção vem sendo estudados ao longo do tempo baseando-se em uma série de biopolímeros naturais tais como, proteína do soro do leite,

colágeno, proteína de soja, celulose, pectina e quitina. (THARANATHAN, 2003). Dentre esses polímeros a quitina que é o segundo biopolímero mais abundante ficando atrás apenas da celulose (SHAHIDI,1999).

Quitosana é um biopolímero (β -(1-4)-D-glicosamina), pode ser aplicado vastamente na indústria alimentícia e química, também na área médica e farmacêutica, por ter propriedades de: biocompatibilidade, propriedade microbiana, emulsificante, quelante e como filmes comestíveis para a proteção de frutas e hortaliças e legumes minimamente processados (SOARES, 2002).

Quando o alimento fica exposto à ação do microrganismo, em condições favoráveis inicia-se a multiplicação e crescimento dos mesmos. Em alimentos como a uva encontram-se em maior quantidades os fungos, dentre eles os bolores e leveduras. Bolores, mais conhecido como mofo, são fungos filamentosos, amplamente distribuídos na natureza, sendo encontrados no solo, nos animais, no ar e na água. Os filamentos dos fungos formam os micélios que são responsáveis pela fixação do bolor ao alimento e reprodução. Leveduras são fungos que se apresentam predominantemente sob a forma unicelular, a qual pode ser esférica, ovoides, cilíndricas, ou triangulares (FRANCO et al. 2008).

Botrytis cinerea pers é um bolor que causa deterioração no alimento com aspecto cinza, sendo esse tipo de deterioração causada por alto teor de umidade e elevadas temperaturas. Este fungo cresce na área deteriorada por estresse mecânico podendo também penetrar na fruta através da pele íntegra (REDMOND, 1987).

A uva faz parte dos frutos não climatérica, com uma baixa taxa respiratória, ou seja, o fruto precisa amadurecer no pé para ser colhido, caso contrário não irá amadurecer após colheita, ponto no qual deve estar com aroma, textura, sabor e aparência em ótimo estado para colheita (KADER, 1992; Nelson, 1979).

O desenvolvimento de microrganismo nos alimentos o torna inapropriado para o consumo, salvo as exceções que o microrganismo é utilizado para agregar valor ao alimento. Em geral os microorganismos utilizam o alimento como fonte de energia para

as realizações de funções vitais para o desenvolvimento. Os fatores como grande quantidade de nutrientes, elevada atividade de água e pH podem fazer dos mesmos alimentos um ótimo meio para o desenvolvimento de microorganismos, que quando já em fase de crescimento exponencial provocam a liberação de odores anômalos, aparecimento de limosidade, e a elevação do pH dos alimentos.(SANTOS, 2010) .

Devido à preocupação constante de prevenir a deterioração química e microbiológica dos alimentos (WANG, 2010), tem se aumentado o interesse em embalagens bioativas, pois além de preservar os alimentos, estas embalagens como as produzidas a partir de filme de quitosana podem ser um suporte de substâncias antimicrobianas (CAGRI; USTUNOL; RYSER, 2001) como a cúrcuma, provendo com isso um alimento mais seguro para o consumo (UPTON et. al., 2011).

A curcumina é um corante natural obtido dos rizomas de *Cúrcuma Longa L.* e do açafrão da terra. Além da curcumina outros componentes que tenham atividade biológica podem ser encontrados nestes rizomas (FILHO et al, 2000).

Com ação antimicrobiana, antifúngica, inseticida e propriedades anti-inflamatórias e anti-oxidante, a cúrcuma tem grande potencial para uso na preservação de alimentos (FERREIRA et al, 2013).

Com base no descrito acima, pode-se evidenciar que há um extenso campo de pesquisa para o desenvolvimento de novas alternativas de embalagens ativas obtidas a partir de quitosana contendo curcumina como agente biocida, apresentam-se como uma alternativa para conservação e aumento da vida de prateleira de alimentos como a uva.

2 Objetivos e Metas

2.1 Objetivos gerais

Este trabalho teve como objetivo geral a aplicação de filme comestível de quitosana adicionado de curcumina nanoencapsulada na conservação de uvas de mesa do tipo Benitaka, buscando a proteção e o aumento da vida de prateleira da uva.

2.2 Objetivos específicos

- Sintetizar nanopartículas de zeína com curcumina encapsulada por nanoprecipitação; - Aplicar os filmes comestíveis de quitosana e quitosana acrescentado das nanopartículas de zeína contendo curcumina nas amostras de uva.
- Avaliar a conservação das amostras de uva tratadas com os filmes comestíveis em intervalos de 0, 3 e 7 dias com relação ao perfil de textura e perda de massa;
- Avaliar a qualidade microbiológica das uvas tratadas quanto ao crescimento de bolores e leveduras.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Uva (*Vitis vinífera*) variedade Benitaka

3.1.1 Produção e mercado nacional

No ano de 2015, foram produzidas 1.499.353 toneladas de uvas no Brasil (Tabela 1), ocasionando um aumento de 4,41% em relação ao ano de 2014. Embora a vitivinicultura brasileira seja presente em vários estados, a produção se concentra em apenas algumas poucas regiões como, especialmente, no Rio Grande do Sul (Tabela 2), na serra gaúcha, que é o principal produtor e destina quase totalmente sua produção à agroindústria de sucos e vinhos, que em 2015 foi de 781.412 milhões de quilos de uvas, em 2015, representando 52,12% da produção nacional. Por sua vez, a produção de uvas de mesa (Tabela 3), consumo in natura, representou 47,88%, se destacando em Pernambuco, Bahia, Paraná e São Paulo. Porém ocorreu uma redução de produção nos estados da Bahia (0,13%), São Paulo (3,22%) e Paraná (1,12%), devido a fatores climáticos e diminuição de área para produção (EMPRAPA, 2016).

Tabela 1. Produção de uvas no Brasil, em toneladas.

Estado\Ano	2013*	2014**	2015***
Ceará	664	573	940
Pernambuco	228.727	236.767	237.367
Bahia	52.808	77.504	77.401
Minas Gerais	12.734	11.557	12.615
São Paulo	172.868	146.790	142.063
Paraná	79.052	80.910	80.000
Santa Catarina	53.153	66.106	69.189
Rio Grande do Sul	808.267	812.537	876.286
Goias	4.581	3.330	3.492
Brasil	1.412.854	1.436.074	1.499.353

*Dados capturados em 23.01.2014. ** Dados capturados em 13.01.2015 *** Dados capturados em 12.01.2016

FONTE: EMBRAPA

Tabela 2. Produção de uvas e elaboração de vinhos e derivados no Rio Grande do Sul.

ANOS	Uvas Viníferas	Uvas Comuns	Total Uvas (em Kg)	Vinhos (em lts)	Derivados (em lts)	Total de Vinhos e Derivados (em lts)
1998	45.769.421	267.901.856	313.671.277	184.713.573	28.597.537	213.311.110
1999	58.677.923	368.588.406	427.266.329	272.351.273	38.954.609	311.305.882
2000	74.258.989	447.498.066	521.757.055	329.235.315	43.681.795	372.917.110
2001	49.805.889	386.292.199	436.098.088	263.091.735	33.486.024	296.577.759
2002	47.765.702	426.632.853	474.398.555	291.300.966	48.646.739	339.947.705
2003	43.367.979	339.744.071	383.112.050	203.199.830	29.156.088	232.355.918
2004	62.593.792	516.396.102	578.989.894	356.864.892	51.923.276	408.788.168
2005	70.609.245	422.637.749	493.246.994	271.534.330	53.502.201	325.036.531
2006	56.596.447	367.039.121	423.635.568	217.269.863	59.512.689	276.782.552
2007	72.151.978	498.383.918	570.535.896	318.464.393	70.890.923	389.355.316
2008	83.801.966	550.462.367	634.264.333	334.776.313	93.191.745	427.968.058
2009	72.104.225	462.018.951	534.123.176	245.318.773	96.502.990	341.821.763

FONTE:UVIBRA.

Tabela 3. Produção de uvas para processamento e para consumo in natura, no Brasil, em toneladas.

Discriminação/ano	2013	2014	2015
Processamento	679.793	673.422	781.412
Consumo in natura	733.061	762.652	717.941
Total	1.412.854	1.436.074	1.499.353

FONTE: EMBRAPA.

Entre 2003 e 2007 o Brasil (Tabela 4) ostentou um crescimento de 3,87% na produção total de frutas, enquanto o mercado internacional exibiu menos que a metade do mercado nacional, de apenas 1,92% (VITTI, 2009).

A exigência do mercado brasileiro de uvas de mesa está cada vez maior e com isso os consumidores nacionais estão sempre à procura das melhores frutas, ou seja, as que apresentam uma melhor qualidade, seja não somente pela aparência, como também pelo aroma, sabor, consistência e que sejam, de preferência, sem sementes (LULU et al., 2005).

Tabela 4. Produção mundial de frutas.

	2003	2004	2005	2006	2007
China	78.151.515	84.841.364	88.512.463	90.100.438	94.417.600
Índia	41.017.100	41.239.900	42.462.400	48.045.000	51.141.800
Brasil	35.448.027	36.884.000	36.606.499	37.725.469	36.818.354
EUA	28.821.857	30.148.083	27.019.056	25.445.201	24.962.060
Itália	15.189.595	18.001.408	18.133.987	17.841.249	17.891.248
Espanha	17.961.824	16.938.223	15.547.722	16.120.000	15.293.100
México	14.496.410	15.294.686	15.243.299	14.978.706	15.041.296
Turquia	11.494.870	10.763.700	12.635.725	12.034.846	12.390.029
Irã	12.854.611	12.610.197	13.603.737	12.102.300	12.102.300
Indonésia	13.146.780	14.647.491	15.305.826	11.535.707	11.615.000

FONTE: Elaborado a partir de FAO (2008) e adaptado por VITTI (2009).

Se leva a crer que os investimentos em tecnologia, a propaganda, a publicidade em torno do produto, a diversidade de variedades e o aumento da infraestrutura de armazenamento e distribuição são os fatores imprescindíveis para tamanho aumento na produção de uvas (VITTI, 2009).

É possível encontrar ao redor do mundo uma infinidade de variedades de uvas, sendo que a mais conhecida é da espécie *Vitis vinífera*, originada de uma região entre a Europa oriental e a Ásia ocidental, por sua produção poder ser aplicada tanto para consumo *in natura* quanto para matéria-prima de vinhos, sucos, geleias e caldas. Essa destinação para com o vinho se deu pelo fato da uva *Vitis vinífera* apresentar características especiais (ROMBALDI et al., 2004).

A variedade Benitaka (Figura 1) que, pode-se dizer ser uma derivada por mutação somática da variedade Itália, foi descoberta pela primeira vez numa fazenda no norte do Paraná, no município de Florai, em 1991, mas somente em 1994 que passou a ser cultivada (SOUZA-LEÃO, 2000).



Figura 1. Cultivar de uva de mesa com sementes Benitaka. FONTE: EMBRAPA.

As uvas Benitaka apresentam uma coloração intensa, que lembra rosa escuro, com uma polpa de consistência crocante e isenta parcialmente de sementes. Quanto ao peso, possui cachos grandes de aproximadamente 500g, mesmo no processo de maturação, e bagos que variam de 8 a 12g (LIMA, 2007). Essas características conferem à uva Benitaka um papel de destaque, pois é a uva que mais vem despertando o interesse de produtores (SOUZA-LEÃO, 2000).

Por ação de sua fragilidade e pela dificuldade de se impedir sua deterioração, as uvas se tornam bastante perecíveis com uma perda pós colheita próxima dos 27% da produção total. E essas perdas, em sua maioria, se dão por conta de infecções microbianas, ações mecânicas e fisiológicas (BARTHOLO, 1994). Com referência as perdas fisiológicas das uvas ou frutos e vegetais em si, pode-se dizer que também está ligada a ação de enzimas do grupo oxiredutase, acarretando nas mudanças de sabor, valor nutricional e textura, além da deterioração propriamente dita (LEE; PENNESI; DICKSON, 1984; SCIANCALEPORE; ALVITI, 1985; ROBINSON, 1987).

As enzimas que estão envolvidas e fazem parte do grupo oxiredutase são chamadas de peroxidase e polifenoloxidase. Elas são responsáveis pelo escurecimento enzimático das frutas, vegetais e conseqüentemente dos seus produtos processados. Logo, se torna essencial a preocupação quanto essas enzimas durante o processo de transformação desses alimentos para com os seus produtos processados (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

Uma vez que a uva apresenta coloração característica, a cor se torna um fator principal para a avaliação de qualidade, pois é um resultado da síntese ou degradação de pigmentos na casca do fruto. Por haver milhares, a cor e intensidade da uva dependem de sua variedade, porém o cultivo, manejo de água e nutrientes, tempo (período do ano, temperatura e radiação solar), processo de maturação, danos físicos como consequência do manuseio e a poda são fatores que influenciam no resultado final (LIMA & CHOUDHURY, 2007).

Algumas mudanças na cor e no odor, do fruto, estão ligadas à formação de radicais livres e hidrólise das moléculas de água devido ao processo de irradiação que podem sofrer (MOLINS, 2001).

No que diz respeito à textura, é basicamente uma propriedade sensorial. As propriedades texturais formam um grupo de características físicas que se desenvolvem com a evolução do processo de maturação, onde os tecidos visam a perda da firmeza, o que acarreta uma possível deformação, desintegração e fluidez do alimento caso haja uma força (LIMA & CHOUDHURY, 2007).

3.2 FILMES UTILIZADOS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

A demanda do mercado atual pela conservação e qualidade dos produtos póscolheita, acompanhado a crescente demanda mundial por alimentos, não bastando só um aumento na produção, mas a conservação da qualidade destes alimentos por um maior período de tempo (IRTWANGE, 2006).

Os filmes são compostos por uma fina película formada separadamente do alimento e posteriormente aplicado sobre o mesmo. Os filmes são uma suspensão ou emulsão ocorrendo, após a secagem, a formação de uma fina película sobre o produto (GENNADIOS; WELLER, 1990).

Com o avanço tecnológico em pesquisa de alimentos, têm sido desenvolvidas embalagens que não apenas protegem o alimento, mais que interagem com o mesmo e também com o meio ambiente que ele se encontra, permitindo que o produto conserve suas funções e a qualidade. Estas embalagens funcionam como uma barreira

semipermeável a gases, reduzindo a respiração, a produção de etileno e a transpiração do fruto, fazendo com que o fruto retarde seu processo de senescência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os filmes plásticos que são desenvolvidos a partir de polímeros sintéticos, como polietileno, policloreto de vinila e outros, se mostram eficiente em aumentar a vida de prateleira de frutas e hortaliças. No entanto, esses materiais não são biodegradáveis, representando um grande problema ambiental. A preocupação com o meio ambiente vem motivando o desenvolvimento ao uso de filmes compostos por matérias biodegradáveis com o principal objetivo de substituir os filmes sintético (AZEREDO et al., 2010).

Os componentes biodegradáveis que não causam danos ao meio ambiente mais utilizados na fabricação de filmes são as proteínas (caseína, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares e gelatina), os lipídios (ácido esteárico, ceras, ésteres de ácido graxo, monoglicerídeos acetilados e ácidos graxos), os polissacarídeos (pectina, celulose e seus derivados, alginato, carragena e amido e seus derivados). Geralmente na composição dos filmes são usados agente plastificantes, que são compostos que melhoram as características do filme como as propriedades físicas ou mecânicas, como flexibilidade, força e resistência do filme (JUNIOR et al., 2010; VILLADIEGO et al., 2005).

Esses revestimentos a base de proteínas têm geralmente propriedades mecânicas e de barreiras superiores aos biofilmes formados por polissacarídeos, devido à estrutura das proteínas que são capazes de conferir maiores propriedades funcionais (MAIA et al., 2000).

3.3 QUITOSANA

Descoberta em 1859 por Rouget, a quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina cuja abundância na natureza perde apenas para a celulose em quantidade produzida anualmente (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 1999; SENEL; MCCLURE, 2004). O termo “quitina” é de origem grega e vem da palavra “kithón”, que significa caixa de revestimento, casca ou carapaça. Essa definição se dá pelo fato da quitina apresentar

uma função estrutural, seja proporcionando revestimento ou proteção a alguns organismos como artrópodes, crustáceos e fungos (SANTOS, 2004).

O termo “quitosana” relaciona-se a um grupo heterogêneo de polímeros que dispõem de uma ampla variedade de características físico-químicas e biológicas, concedendo um extenso número de aplicações (KUMAR, 2000).

Ao longo dos anos, haja vista que as aplicações foram se tornando cada vez mais essenciais, a indústria, a partir da década de 70, amplificou os estudos e aprimorou o potencial da quitosana, tendo como foco novas áreas como alimentos, cosméticos, produtos de alto valor agregado, fármacos e biotecnologia (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 1999).

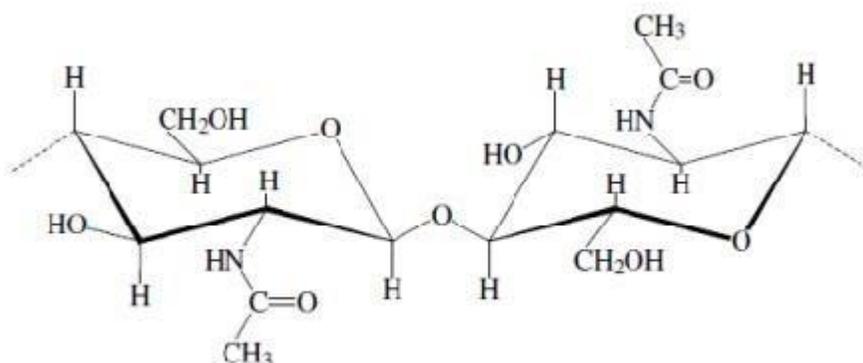


Figura 2. Estrutura da quitina. Fonte: DUTTA et al.,2004.

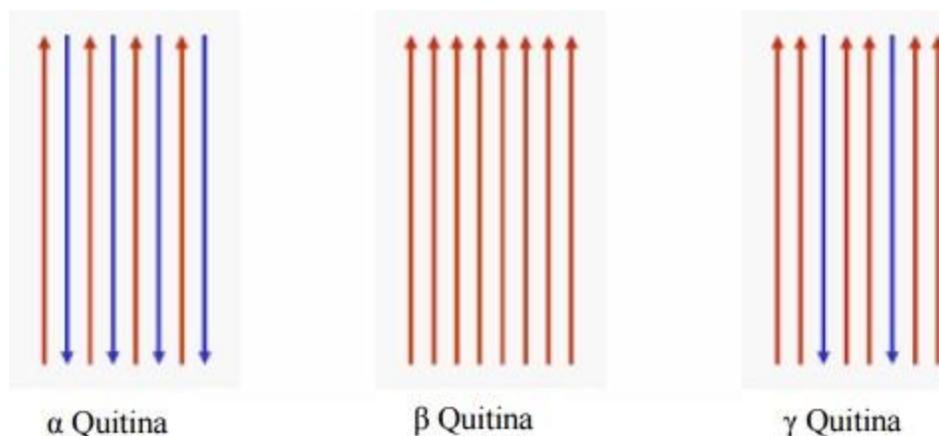


Figura 3. Estruturas polimórficas da quitina. Fonte: ANTONINO, 2007.

A quitosana é um polímero linear de β -1,4-D-glicosamina, unido por fragmentos de N-acetil-D-glicosamina (Figura 3), possuindo uma configuração tridimensional helicoidal fixada por ligações de hidrogênio (KAS, 1997). Apresenta a característica de solubilidade em soluções aquosas tanto de ácidos orgânicos quanto inorgânicos. O seu grau de acetilação depende da forma com que o processo de desacetilação ocorre (ANDRADE et al., 2003; SYNOWIECKI & AL-KHATEEB, 2003).

No que concerne a estrutura espacial, a quitosana exibe-se como hidratada e anidra (ANTONINO, 2007). Um dos seus benefícios é sua versatilidade na hora da preparação, levando em conta que pode ser facilmente modificada fisicamente, em diversos tipos de formas: nanopartículas, flocos, fibras ou microesferas (LARANJEIRA; FÁVERE, 2009).

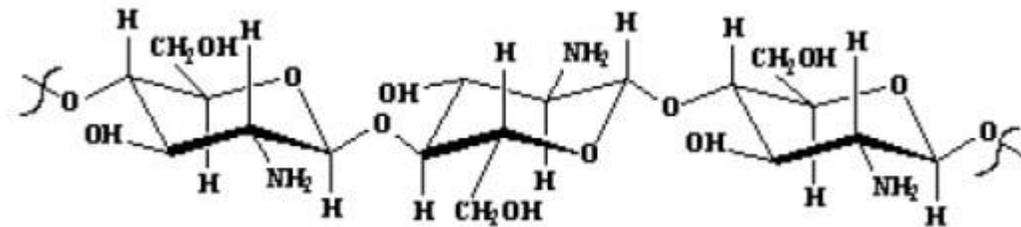


Figura 4. Estrutura da quitosana. Fonte: ANTONINO, 2007.

A quitosana, em virtude de sua vasta gama de aplicações e propriedades, vem se tornando cada vez mais compatível na indústria. Pode-se dar como exemplos na preservação de alimentos (SHAHIDI et al., 1999; FRANCO et al., 2004; DUTTA et al., 2004); na área farmacêutica, pois apresenta capacidade antibacteriana e antifúngica (KUMAR et al., 2012); na agricultura (BERGER et al., 2011a); e favorecendo seu próprio desenvolvimento entrelaçado com a tentativa de crescimento da produção vegetal (OTHA et al., 2000; RABEA et al., 2003; BOONLERTNIRUM et al. 2008; ABDEL-MAWGOUD et al., 2010).

Por consequência o polímero manifesta praticamente nenhuma toxicidade ao ser humano e animais; permeabilidade seletiva; habilidade de quelação; elevada bioatividade e reatividade do grupo amino desacetilado (SYNOWIECKI & AL-KHATEEB, 2003; THARANATHAN & KITTUR, 2003; SINGH et al., 2008).

Atualmente, a principal e convencional fonte de quitina e quitosana mais trabalhada na indústria vem derivada de carcaças de caranguejo e cascas de camarão (FAI et al., 2008).

3.4 CÚRCUMA

A cúrcuma (*Curcuma longa* L.) pertence à família *Zingiberaceae*, sendo original do sudoeste asiático. Os principais interesses econômicos da cultura está baseada nos principais componentes qualitativos dos rizomas: corante curcumina e óleo resina. Utilizado desde a antiguidade na medicina e gastronomia do oriente, ela vem se tornando importante, atualmente, no combate a vários problemas de saúde humana (ARAUJO & LEON, 2001)

A cúrcuma tem sido muito utilizada pela indústria de alimentos, como pigmento artificial, condimento moído, em produtos de confeitaria, produtos de laticínios; também possui grande valor medicinal, usado como cicatrizante, anti-hemorragico, diurético além de possuir propriedades antibióticas, inibindo o crescimento de vários tipos de microorganismo (KHUN et. at., 2006)

Estudos realizados comprovam que a curcumina possui várias propriedades biológicas, como: imunomodulatória, anti-inflamatória, antioxidante, anticancerígena, antibacteriana e antifúngica (MIQUEL, et. al. 2002; BRUZELL et. al. 2005; PRIYADARSINI, 2009). A curcumina seqüestra os radicais livres e inibe a peroxidação lipídica, agindo na proteção celular das macromoléculas celulares, incluindo o DNA, dos danos oxidativos (KUNCHANDY & RAO, 1990; SUBRAMANIAN et al., 1994).

4 MATERIAS E MÉTODOS

Os experimentos do trabalho foram realizados nos laboratórios de microbiologia (C005), laboratório de mestrado (PPGTA Bloco G), e Núcleo de apoio a tecnologia de Alimentos (C004) da UTFPR, Campus de Campo Mourão

4.1 Materiais

Foram utilizadas uvas da variedade *Vitis vinifera* tipo Benitaka, constituída de um lote homogêneo, sem injúria ou qualquer alteração. As uvas foram adquiridas no comercio local da cidade de Campo Mourão no estado do Paraná no mês de setembro ano de 2016.

A quitosana utilizada foi obtida a partir de casca de caranguejo de alta viscosidade (Sigma-Aldrich). A zeína (Sigma-Aldrich), curcumina (Sigma-Aldrich), caseinato de sódio (Sigma-Aldrich) e etanol (Vetec) foram utilizados na síntese das nanopartículas. O meio de cultura utilizado para análise de bolores e leveduras foi o ágar batata dextrose (Sigma Aldrich). Ácido acético glacial (Vetec PA) foi utilizado para acidificar a solução filmogênica e ácido tartárico (Vetec) para acidificar o meio de cultura.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Síntese das nanopartículas

Foi utilizado o método de nanoprecipitação proposto por Patel, Bouwens e Velikov (2010). Inicialmente, a zeína (0,90 g) foi solubilizada em 30 ml de solução hidro alcoólica (85%) sob agitação magnética. A curcumina (27 mg) foi adicionada a esta solução. O caseinato de sódio (1,8 g) foi solubilizado em água (90 mL) aquecida a 60 °C sob agitação magnética. Então, a solução de caseinato foi transferida para um béquer mantida sob agitação a 10.000 rpm (Ultra-turrax, IKA-T25). Um banho de gelo foi utilizado para resfriar a solução durante o procedimento. Em seguida a solução de zeína e curcumina foi

gotejada na fase aquosa. Ao término do processo a solução foi rota-evaporada para evaporação total do etanol.

4.2.2 Desenvolvimento dos filmes comestíveis

A cobertura comestível de quitosana foi preparada por homogeneização de 3,0 g de quitosana em 1 L de água e 10 mL de ácido acético glacial, em seguida a solução foi mantida sob agitação magnética durante 18h.

4.2.3 Preparo das uvas e aplicação dos filmes de quitosana e quitosana com nanopartículas contendo curcumina

Inicialmente as uvas foram limpas, para a retirada do excesso de sujidade, desprezando as que estavam com injurias mecânicas e entre outros fatores indesejáveis e em seguida as uvas foram separados em cachos menores de 4 a 5 bagas. Para a sanitização das uvas uma solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm foi utilizada, deixando as mesmas descansarem totalmente submersas por 15 minutos, enxaguando em seguida com água abundante e então deixadas secar em temperatura ambiente.

Foram utilizados 5 kg de uvas da variedade Benitaka (*Vitis vinifera*), que foram divididas em três grupos, sem filme de quitosana (C), com filme de quitosana (Q), com filme de quitosana e nanopartículas contendo curcumina (QC). Em seguida aplicou-se os filmes por imersão e as amostras de uvas foram colocadas para secar em temperatura ambiente penduradas por ganchos durante 6 h. Após a formação do filme protetor as uvas foram colocadas em embalagens plásticas contendo 4 a 5 cachos em uma câmara BOD (Tecnal) a $(25,0 \pm 1)$ °C com umidade relativa de 51 %. Todos os tratamentos foram avaliados em intervalos de tempo de 0, 3 e 7 dias em duplicata.

4.2.4 Determinação da perda de massa

A perda de massa das amostras foi determinada a partir das diferenças de massa observado entre o momento da instalação do experimento e ao final de cada período de armazenagem, as massas foram medidas em balanças analíticas.

4.2.5 Análise de bolores e leveduras

Para contagem de bolores e leveduras, numa quantidade de 25 g de cada amostra foi diluída em 225 mL de água peptonada (1 g/L). As diluições em série foram realizadas utilizando a técnica de plaqueamento em ágar batata dextrose acidificado a 0,1% com ácido tartárico, as placas foram incubadas a 25°C durante 5 dias. Os resultados são expressos como UFC/g.

4.2.6 Análise de textura

A Análise do Perfil de Textura (*Texture Profile Analysis*, TPA) foi realizada de acordo com Segade et al. (2008) em um texturômetro (TA-XT Express Enhanced, Texture Analyzer — Stable Microsystems) equipado com um probe P/2 (2 mm de diâmetro) e uma célula de carga 10 Kg. Um conjunto de 20 bagas foram amostrados aleatoriamente de cada tratamento. O teste de punção foi feito sobre a face lateral da baga, a fim de minimizar a variabilidade dos resultados. A velocidade de teste utilizada foi de 0,2 mm/s, o teste foi realizado à temperatura ambiente e os parâmetros determinados a partir das curvas força-tempo foram adesividade, espalhabilidade, mastigabilidade, gomosidade, coesividade, resiliência e dureza.

4.2.7 Análise estatística

Os resultados da análise de perfil de textura foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) a 95% de confiança e quando apresentaram diferença o teste de Tukey foi aplicado no software Statistica 7.0 (Statsoft).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Perda de massa

Dois tratamentos foram utilizados para a avaliação da qualidade das uvas Benitaka armazenadas à temperatura de 25°C e umidade relativa (UR) de 51% para comparação com a amostra controle (somente sanitizadas): amostras recobertas com filme de quitosana (Q), recobertas com filme de quitosana contendo nanopartículas de curcumina (QC). Os resultados obtidos para perda de massa estão apresentados na Figura 5, sendo que as amostras com recobrimento (Q e QC) foram avaliadas após 3 e 7 dias de armazenamento e a amostra controle foi avaliada somente após 7 dias de armazenamento.

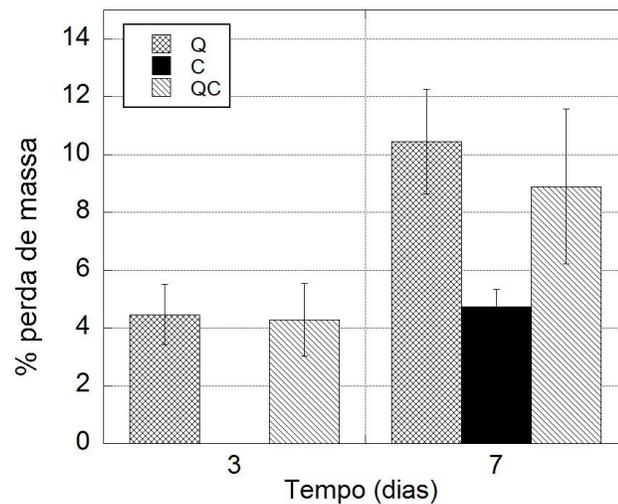


Figura 5. Perda de massa de uvas Benitaka durante 7 dias de armazenamento à 25°C: C Controle, Q quitosana e QC quitosana contendo nanopartículas de curcumina.

Analisando a perda de massa através da Figura 5 a partir do sétimo dia podemos deduzir que, a amostra C se comportaria igual ou seja variando pouco sua perda de massa., que a perda de massa das amostras recobertas. Após o sétimo dia de avaliação

as amostras recobertas com quitosana perderam pelo menos o dobro de massa em relação ao controle. Possivelmente os filmes que foram aplicados nas amostras perderam umidade da sua estrutura tridimensional e mantiveram o teor de água nas frutas. Este resultado pode ser relacionado com as análises de textura discutidos mais à frente.

A perda de água nas frutas é decorrente da transpiração, que além de levar ao enrugamento, causa ressecamento, amolecimento, acelerando a deterioração (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006). Segundo MAIA et al. (2000) o recobrimento comestível age como uma barreira a elementos externos e conseqüentemente protege o produto, diminuindo a sua perda de massa e aumentando sua vida de prateleira. Não foi possível observar esta diminuição com relação ao controle, conforme observado na Figura 5.

5.2 Perfil de textura para uvas

As coberturas comestíveis tendem a retardar a desidratação, reduzir a taxa respiratória, conservar a textura, auxiliar na retenção de compostos voláteis do sabor e reduzir o crescimento microbiano (HAN, 2005). Os resultados encontrados para os parâmetros do perfil de textura das uvas Benitaka tratadas com os diferentes recobrimentos são apresentados na Tabela 5 para o dia inicial de tratamento e após 7 dias de armazenamento.

Tabela 5. Parâmetros obtidos para o perfil de textura das amostras de uvas no dia do tratamento (dia 0) e após 7 dias de armazenamento a 25°C e UR de 51%.

Tratamento	Firmeza (N)		Adesividade (-)	
	Dias		Dias	
	0	7	0	7
	347,9 ^{aA} ±108,2		-11,55 ^{aA} ±16,28	-0,078 ^{bB} ±0,31
	6,7 ^{aB} ±0,8			
Q	385,3 ^{aA} ±63,0	363,0 ^{bA} ±95,6	-20,3 ^{aA} ±38,23	-60,60 ^{aA} ±32,08
QC	337,4 ^{aA} ±69,9	550,1 ^{cB} ±76,6		
	14,75 ^{aA} ±30,52	-7,25 ^{bA} ±20		

C

Tratamento	Espalhabilidade (-)		Gomosidade (-)	
	Dias		Dias	
	0	7	0	7
C	1,00 ^{aA} ±0,28	0,88 ^{aA} ±0,25	42,05 ^{aA} ±17,92	47,09 ^{aA} ±20,17
Q	1,00 ^{aA} ±0,34	0,38 ^{aA} ±1,16	48,43 ^{aA} ±20,52	13,26 ^{aA} ±49,25
QC	0,95 ^{aA} ±0,56	0,83 ^{aA} ±0,21	49,02 ^{aA} ±94,19	<u>22,16^{aA}±11,35</u>

Tratamento	Mastigabilidade (-)		Coesividade (-)	
	Dias		Dias	
	0	7	0	7
C	41,63 ^{aA} ±12,49	49,78 ^{aA} ±36,49	0,12 ^{aA} ±0,04	0,85 ^{aA} ±0,05
Q	53,35 ^{aA} ±37,50	25,41 ^{aA} ±35,86	0,15 ^{aA} ±0,08	0,10 ^{aA} ±0,87
QC	49,17 ^{aA} ±45,29	30,35 ^{aA} ±10,83	0,16 ^{aA} ±0,12	0,06 ^{aB} ±0,02

Resultados expressos em média ± desvio padrão; a,b letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa; A, B letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

FONTE: Próprio autor.

Comparadas ao controle, a partir do 7º dia de vida útil, as amostras C e Q apresentaram menor valores para firmeza, porém somente a QC apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$). O aumento da firmeza pode estar relacionado com a desidratação do revestimento com o tempo de armazenamento, como discutido para os resultados de perda de massa (Figura 5).

Mas nenhuma amostra apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) comparada ao controle nos tempos 0 e 7 dias.

Para os demais parâmetros de textura houve pouca variação durante os 7 dias de armazenamento, sendo que as amostras C e QC apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) das demais amostra no tempo inicial para adesividade. A amostra QC no tempo 7, apresentou um aumento significativo de coesividade diferindo das demais ($p < 0,05$) e para espalhabilidade as mostra C, Q e QC não apresentou variação após 7 dias de armazenamento ($p < 0,05$).

5.3 Bolores e leveduras

As amostras de uvas foram avaliadas com relação à presença de bolores e leveduras durante o período de armazenamento e os resultados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados de bolores e leveduras para as amostras de uvas durante os 7 dias de armazenamento.

Tratamento C	UFC/g		
	0 dias	3 dias	7 dias
	<10	-	-
Q	<10	<10	4,33.10 ⁵
QC	<10	<10	1,33.10 ⁶

FONTE: Próprio autor.

Para a análises de bolores e leveduras as amostras, tanto das uvas C, quanto de uvas Q e uvas QC apresentaram contagem < 10 (UCF/g) no dia inicial. Após 3 dias de armazenamento as amostras recobertas também apresentaram os mesmos resultados, a amostra controle não foi avaliada após o dia inicial. Após o sétimo dia de armazenamento tanto as amostras recobertas somente com quitosana (Q) quanto as recobertas com quitosana contendo as nanopartículas de curcumina (QC) apresentaram valores significativamente maiores de UFC/g. De acordo com a RDC nº 12/2001 não há padrões legais para a uva ou frutas *in natura* (BRASIL, 2001), toda via para garantir a qualidade das frutas e a segurança alimentar, contagem acima de 10⁴ UCF/g são consideradas potencialmente perigosas devido a possibilidade de formação de micotoxinas. Sendo assim após o sétimo dia não seria recomendado o consumo das uvas avaliadas com base nos resultados da Tabela 6.

6. Conclusões

Pode-se concluir através dos resultados obtidos no trabalho realizado que as nanopartículas de zeína contendo curcumina foram produzidas e aplicadas no recobrimento comestível de quitosana com sucesso.

Os recobrimentos de quitosana aplicados as uvas Benitaka proporcionaram uma maior perda de massa que o controle (sem recobrimento) devido à perda de água presente na matriz polimérica do filme.

O perfil de textura das uvas apresentou diferenças significativas para o parâmetro de dureza (firmeza) indicando a formação de uma cobertura mais firme ao longo do tempo de armazenamento pela desidratação do filme de quitosana.

A qualidade microbiológica das uvas com relação a bolores e leveduras indicou que as amostras recobertas até o terceiro dia de armazenamento apresentaram segurança para o consumo, porém após o sétimo dia não, de acordo com o limite indicado pela legislação.

O resultado obtido ao final do experimento não foi totalmente satisfatório, toda via é comprovado que o uso quitosana na cobertura de frutas vem trazendo grandes resultados na conservação de frutas na pós-colheita, sendo assim mais experimentos devem ser realizados.

7. Referências bibliográficas

ABDEL-MAWGOUD, A.M.R; TANTAWY, A.S.; EL-NEMR, M.A.; SASSINE, Y.N..Growth and Yield Responses of Strawberry Plants to Chitosan Application. **European Journal of Scientific Research**, v.39, n.1, p. 170-177, 2010, ISSN 1450-216X.

AMASHITA, Fábio et al . Influência de diferentes embalagens de atmosfera modificada sobre a aceitação de uvas finas de mesa var. Itália mantidas sob refrigeração. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas , v. 20, n. 1, p. 110-114, Apr. 2000 .

AMORIN, R. V. S.; SOUZA, W.; FUKUSHIMA, K.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.

ANDRADE, V.S.; BARROS, N.B., FUKUSHIMA K., CAMPOS-TAKAKI, G.M.

ANTONINO, N.A. **Otimização do Processo de Obtenção de Quitina e Quitosana do Exoesqueleto de Camarões Oriundos da Indústria Pesqueira Paraibana.** 2007.

Applications of chitin and its derivatives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 43, p.144-171, 2003.

ASSIS, Odilio B. G.; ALVES, Henrique C. **Metodologia mínima para a produção de filmes Comestíveis de quitosana:** avaliação preliminar de seu uso como revestimento protetor em maçãs cortadas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos – SP, 2002.

AZEVEDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**, editora técnica. – 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 326 p.

BARTHOLO, G. F. **Perdas e qualidade preocupam.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 4, 1994.

BERGER, L.R.R.; STAMFORD, T.C.M., Stamford, N. P. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 12, n. 4, 2011a.

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

BOONLERTNIRUN, S.; BOONRAUNG, C.; SUVANASARA, R. Application of chitosan in rice production. **Journal of Metals, Materials and Minerals**, v. 18, n. 2, p. 47-52, 2008.

BRUZELL, E.M. et. Al. studies on curcumin and curcuminoids. XXIX. Photoinduced cytotoxicity of curcumin in selected aqueous preparations. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 4, n. 7, p. 523-530, 2005.

CAGRI, A.; USTUNOL, Z.; RYSER, E.T. Antimicrobial, mechanical, and moisture barrier properties of low pH whey protein-based edible films containing p-aminobenzoic or sorbic acids. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n.6, p. 865-870, 2001.

CAI J.; YANG, J.; DU Y.; FAN, L.; QIU, Y.; LI, J.; KENNEDY, J.F. Enzymatic preparation of chitosan from the waste *Aspergillus niger* mycelium of citric acid production plant. **Carbohydrate Polymers**, v. 64, p. 151–157, 2006.

CAMPANA-FILHO, S.P.; BRITTO, D.; CURTI, E.; ABREU, F. R.; CARDOSO, M. B.; BATTISTI, M.V.; SIM, P.C.; GOY, R.C.; SIGNINI, R.; LAVALL, R. L. Extração, Estruturas e Propriedades de α e β quitina. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2007.

CHATTERJEE, S.; ADHYA, M.; GUHA, A.K.; CHATTERJEE, B.P. Chitosan from *Mucor rouxii*: production and physico-chemical characterization. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 395–400, 2005.

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

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. **Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 32, n. 2 p. 167-171, 1998.

Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. Dutta, P.K., Tripathi, S., Mehrotra, G.K., Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food application. **Food Chemistry**. 114, 1173–1182.

DUTTA, P.K.; DUTTA, J.; TRIPATHI, V. S. Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 63, p. 20- 31, 2004.

Effect of medium components and time of cultivation on chitin production by *Mucor circinelloides* (*Mucor javanicus* IFO 4570) – A factorial study. **Revista Iberoamericana de Micologia**, v. 20, p.149-153, 2003.

EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Artigo: Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-denoticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em2015>>. Acesso em 12 out. 2016.

Enhanced chitin deacetylase production by mutant *Penicillium oxalicum* SAEM-51 using response surface methodology under submerged fermentation. **Process Biochemistry**, 2011(a), doi:10.1016/j.procbio.2011.05.002.

FAI, A.E.C.; STAMFORD, T.C.M., STAMFORD, T.L.M. Potencial Biotecnológico de Quitosana em Sistemas de Conservação de Alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 9, n. 5, 2008.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). FAOSTAT. FAO Statistics Division 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408>>. Acesso em 12 out. 2016.

Faster Chitosan Production by Mucoralean Strains in Submerged Culture. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.32, p.20-23, 2001.

FERREIRA, Flavio D.; KEMMELMEIER, Carlos; ARROTÉIA, Carla C.; COSTA, Christiane L.; MALLMANN, Carlos A.; JANEIRO, Vanderly; FERREIRA, Francine M. D.; MOSSINI,

Simone A. G.; SILVA, Expedito L.; MACHINSKI JR. Miguel. Inhibitory effect of the essential oil of *Curcuma longa* L. and curcumin on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* Link. **Food Chemistry**. v.136, p. 789-793, 2013.

FERREIRA, M. P. F. **Embalagens ativas para alimentos: Caracterização e Propriedades**. 2012. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FILHO, Arthur B. C.; SOUZA, Rovilson J.; BRAZ, Leila T.; TAVARES, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciência Rural**. v. 30, n. 1, p.171-175, 2000.

Franco, Bernadette Dora Gombossy de Melo; Mariza Landgraf. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo. P. 165-166, 2008.

FRANCO, L.O. **Biorremocão de Metais Pesados por Quitina e Quitosana Obtidos de *Cunninghamella elegans* (IFM 46109)**. 2000. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

FRANCO, L.O.; MAIA, R.C.G.; PORTO, A.L.F.; MESSIAS. A.S.; FUKUSHIMA, K.; CAMPOS-TAKAKI, G.M. Heavy metal biosorption by chitin and chitosan isolated from *Cunninghamella elegans* (IFM 46109). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, n. 3, p. 243-247, 2004.

GENNADIOS, A.; WELLER, C., Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. **Food Technology**, V. 44, p. 63-69, 1990.

GOOSEN, M.F.A. Application of chitin and chitosan. Switzerland: **Techonomic Publishing AG**, 1997. 335 a 336p.

HAN, C; LEDERER, C; McDANIEL, M; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal Of Food Science**, Vol. 70, N. 3, 2005.

Holappa, J., Hjálmarsdóttir, M., Másson, M., Rúnarsson, O., Asplund, T., Soininen, P., HOLAPPA, Jukka et al. Antimicrobial activity of chitosan N-betainates. **Carbohydrate Polymers**, v. 65, n. 1, p. 114-118, 2006.

HOSOKI, T. Effects of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cv. Kairyoku Wakamurasaki. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 69, n. 1, p. 63-65, 2000.

IRTWANGE, S.V. Application of modified atmosphere packaging and related technology in postharvest handling of fresh fruit and vegetables. **Agriculture Engineering International: CIGR Journal**, 2006.

JUNIOR, E.B.; MONARIM, M.M.S.; CAMARGO, M.; MAHL, C.E.A.; SIMÕES, M.R.; SILVA, C.F. 2010. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica papaya* L) minimamente processado. **Revista Varia Scientia Agrárias**, 2010.

KADER, A. A (ed.). **Postharvest technology of horticultura crops**. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, 2ed. California: University of California, 1992. 296p.

KAFETZOPOULOS, D.; MARTINO, A.; BOURIOTIS, V. Bioconversion of chitin to chitosan: Purification and characterization of chitin deacetylase from *Mucor rouxii*. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Applied Biological Sciences**, v. 90, p. 2564-2568, 1993.

KNORR, D.; Recovery and utilization of chitin and chitosan in food-processing waste management. **Food Technology**. 45, 114-122, 1991.

KROCHTA, J. M e MULDER-JOHNSTON, C. **Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities**. **Food technology**. v. 51. 1997.

KUHN, O. J., et. al. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Cúrcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *Maninhotis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 13-20, jan./mar. 2006

KUMAR, S.; KOH, J.; KIM, H.; GUPTA, M.K.; DUTTA, P.K. A new chitosan– thymine conjugate: Synthesis, characterization and biological activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 50, p. 493– 502, 2012.

KUNCHANDY, E., RAO, M.N.A. Oxygen radical scavenging activity of curcumin. **International Journal of Pharmacology**, v.58, p.237-240, 1990.

LANGE, D.D., CAMERON, A.C. Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). **Hort. Science**. V29, p102-103. 1994.

LARANJEIRA, M.C.M.; FÁVERE, V.T. Quitosana: Biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 672-678, 2009.

LEE, C. Y.; PENNESI, A. P.; DICKSON, M. H. **Characterization of cauliflower peroxidase isoenzyme**. J. Agr. And Food Chem, Washington, v. 32, n. 1, p. 18-21, 1984.

LIMA, M.A.C., CHOUDHURY, M.M, **Uva de mesa: pós-colheita. Embrapa Semi-Árido**. 2. Ed Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 77, 2007.

LIMA, P. **Caracterização dos principais compostos antioxidantes presentes no Pequi (Caryocar brasiliense, Camb) e sua função na proteção do estresse oxidativo em ratos**. 2007. Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LULU, J.; CASTRO, J.V.; PEDRO JÚNIOR, M. J. **Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa ‘Romana’ (A1105) cultivada sob cobertura plástica**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005

MAIA, L.H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreiras a umidade e o oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.18, n.1, 2000.

MALGARIM, M. B; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto 2006.

MIGUEL, Ana Carolina Almeida et. al. Pós-colheita de uva 'Italia' revestida com filmes à base de alginato de sodia e armazenado sob refrigeração. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, campinas, v.29, n. 2, p.277-282, June 2009.

MIQUEL, J.: et al. The curcuma antioxidants: pharmacological effects and prospects for future clinical use. A review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 34, n.1, p.3746 2002.

MOLINS, R. **Food Irradiation: Principles and applications**. New York: John Wiley, p. 469, 2001.

NELSON, Greg; OPPEN, Derek C. Simplification by cooperating decision procedures. **ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS)**, v. 1, n. 2, p. 245-257, 1979.

Nevalainen, T., Jarvinen, T. (2006). Antimicrobial activity of chitosan N-betainates.

OTHA, K.; ATARASHI, H.; SHIMATANI, Y.; MATSUMOTO, S.; ASAO, T.;

PAREEK, N.; Singh, R.P.; GHOSH, S. Optimization of medium composition for

PAREEK, N.; VIVEKANAND, V.; DWIVEDI, P.; SINGH, R.P. *Penicillium oxalicum* SAEM51: a mutagenised strain for enhanced production of chitin deacetylase for bioconversion to chitosan. **New Biotechnology**, v. 28, n. 2, 2011 (b).

Pommer, Celso Valdevino. Ed. Uva: tecnologia de produção, pos-colheita, mercado/editado por C.V. Pommer. Porto Alegre: Cinco Continente. p. 635-637, 2003.

PRIYADARSINI, K.I. Photophysics, photochemistry and photobiology of curcumin: studies from organic solutions, bio-mimetics and living cells. **Journal of Photochemistry and Photobiology C: photochemistry reviews**, v. 10, n. 2, p. 81-95, 2009.

RABEA, E.I.; BADAWEY, M.E.T.; STEVENS, C.V.; SMAGGHE, G.; STEURBAUT, W. Chitosan as antimicrobial agent: Applications and mode of action. **Biomacromolecules**, v. 4, n. 6, p. 1457–1465, 2003.

Redmond, J.C., J.J. Marois & J.D. Mac Donald. 1987. Biological control of *Botrytis cinerea* on roses with epiphytic microorganisms. *Plant. Dis.* 71: 799-802.

ROBERTS, G.A. F. **Chitin Chemistry**, Macmillan, London, v. 14, n. 3, p. 166-169, 1992.

ROBINSON, D. S. **Food Biochemistry and Nutritional Value. Logman Scientific and Technical: Essex**, 1987. 320 p.

ROMBALDI, C. V.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, J.A. **Produtividade e qualidade de uva, cv Isabel em dois sistemas de produção.** *Rev. Bras. Frutic.*, Rio Grande do Sul, v. 26, n.1, p.89-91, 2004.

SANTOS, J. E. **Preparação, caracterização e estudos termoanalíticos de bases de Schiff biopoliméricas e seus complexos de cobre.** 2004. Tese (Doutorado), Ciências – Área Química Analítica - Departamento de Química, Universidade federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

SANTOS, T. B. A. et al. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Braz. J. Food Techn**, v. 13, n. 2, p. 141-146, 2010.

SCIANCELEPORE, V.; ALVITI, F. S. **Preliminary study on multipleform of peroxidase from Malvasia grapes. Lebensmittel – Wissenschaft and Technologie**, Zurich, v. 18, n. 2, p. 174-177, 1985.

SENEL S.; MCCLURE S.J. Potential applications of chitosan in veterinary medicine. **Adv Drug Deliv Rev.**, v.56, p.1467-80, 2004.

SHAHIDI, F.; ARACHCHI, J. K. V.; JEON, Y. Food applications of chitin and chitosans. **Trends in Food Science & Technology**, London, v. 10, n. 2, p. 37-51, 1999.

SILVA, A. **Topicos da tecnologia de Alimentos**. 2000.

SILVA, M.C.F.; BARROS NETO, B.; STAMFORD, T.C.M.; CAMPOS-TAKAKI, G.M. Effect of environmental conditions on chitin and chitosan production by *Cunninghamella elegans* UCP 542 using factorial design. **Asian Chitin Journal**, v. 3, p. 15-22, 2007.

SOARES, N. M.; MOURA, C. M.; RIZZI, J.; VASCONCELOS, S. R.; PINTO, L. A. A. Obtenção e purificação de quitosana a partir de resíduos de camarão em escala piloto. VI INIC – LatinoAmericano, São José dos Campos, SP, 2002.

SOUZA-LEÃO, P.C de. Principais Variedades. In: **A viticultura no semi-árido Brasileiro**. Petrolina: EMPRAPA Semi-Árido, 2000. Cap.4, p. 45-64.

SUBRAMANIAN, M. et al. Diminution of singlet oxygen- induced damage by curcumin and related antioxidants. **Mutation Research, Amsterdam**, v.311, n.2, p.249- 255, 1994.

SURESH, P.V.; SACHINDRA, N.M.; Bhaskar, N. Solid state fermentation production of chitin deacetylase by *Colletotrichum lindemuthianum* ATCC 56676 using different substrates. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 349–356, 2011.
DOI 10.1007/s13197-011-0252-0.

SYNOWIECKI, J.; AL-KHATTEB, N.A. A. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 43, p.144-171, 2003.

THARANATHAN, R.N. Biodegradable films and composite: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, Cambridge, V.14, p. 71-78, 2003.

THARANATHAN, R.N.; KITTUR, F.S. Chitin – The Undisputed Biomolecule of UPTON, R. et al., **American Herbal Pharmacopeia: Botanical pharmacology – Microscopic characterization of botanical medicines**. Taylor & Francis Group: New York, 2011. P. 339-341.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. 2005. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, 2005.

VITTI, A. **Análise de competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional**. 2009. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

WANG, Cong et al. Privacy-preserving public auditing for data storage security in cloud computing. In: **INFOCOM, 2010 Proceedings IEEE**. Ieee, 2010. p. 1-9.

WATADA, A.E., QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology Technical**. N.15, v.3, p.201-205. 1999.