



## IMPREGNAÇÃO A VÁCUO DE BRÓCOLIS CONGELADO COM CLORETO DE CÁLCIO E DIFERENTES BIOPOLÍMEROS

Jéssica Souza Ribeiro<sup>1</sup>, Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira<sup>2</sup>, Matheus Ferreira Almeida<sup>3</sup>, Beatriz Souza Coelho<sup>3</sup>, Cristiane Martins Veloso<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Docente, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, (UFRB). Avenida Centenário, 697 - Bairro SIM - Feira de Santana-BA, CEP: 44.085-132. Endereço eletrônico: [www.ufrb.edu.br/cetens](http://www.ufrb.edu.br/cetens). E-mail (autora correspondente): [jsribeiro.nutri@gmail.com](mailto:jsribeiro.nutri@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestranda, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Avenida Doutor Sylvio Menicucci, 1001, Bairro Kennedy, Lavras-MG, CEP: 37.200-000. Endereço eletrônico: [ufla.br](http://ufla.br).

<sup>3</sup> Graduando(a) em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Estrada do Bem Querer, km 4, Vitória da Conquista – BA, CEP: 45.083-900. Endereço eletrônico: <http://www2.uesb.br/>.

<sup>4</sup> Docente, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Estrada do Bem Querer, km 4, Vitória da Conquista – BA, CEP: 45.083-900. Endereço eletrônico: <http://www2.uesb.br/>.

### RESUMO

Brócolis japonês foi impregnado com amido de banana da terra verde, maltodextrina de mandioca e pectina de baixo grau de metoxilação (BTM), na presença ou ausência de cloreto de cálcio, utilizando o planejamento experimental de mistura simplex-centroide. As flores com pedúnculos foram padronizadas quanto ao peso total e ao diâmetro do pedúnculo e foram mergulhadas nas soluções gelatinizadas dos polímeros com e sem adição de cloreto de cálcio, sendo mantidas sob vácuo por 2 horas, seguidas de 10 minutos de repouso, e posterior congelamento por 38 horas. Foram realizadas medidas da perda de fluido celular e textura antes e após o congelamento/descongelamento. Observou-se um efeito significativo apenas para o parâmetro de perda de fluido celular, que foi reduzida em maiores concentrações de amido e aumentada em maiores concentrações de pectina (modelo linear), na presença de cloreto de cálcio. Utilizando o modelo quadrático, foi possível determinar o ponto ótimo de 0,356% de amido de banana da terra verde com 0,669% de maltodextrina de mandioca na presença de 0,333% de cloreto de cálcio.

**Palavras-chave:** congelamento, perda de fluido celular, carboidratos.

### ABSTRACT

Japanese broccoli was impregnated with green banana starch, cassava maltodextrin and low methoxylation pectin (LM), with and without calcium chloride, using experimental simplex-centroid mixture design. The flowers with peduncles, standardized for the total weight and diameter of the peduncle, were immersed in the gelatinized polymer solutions with and without calcium chloride, kept under vacuum for 2 hours, followed by 10 minutes of rest, and later freezing for 38 hours. Measurements of cell fluid loss and texture were taken before and after freezing / thawing. A significant effect was observed only for the cell fluid loss parameter, which was reduced at higher starch concentrations and increased at higher pectin concentrations (linear model), in the presence of calcium chloride. Using the quadratic model, it was possible to determine the optimum point of 0.356% of green banana starch with 0.669% of cassava maltodextrin in the presence of 0.333% calcium chloride.

**Key words:** freezing, loss of cell fluid, carbohydrates.

## INTRODUÇÃO

O congelamento é um dos métodos utilizados para a preservação de vegetais durante longos períodos, contribuindo para a disponibilidade dos mesmos em períodos entressafra e reduzindo as perdas entre a colheita e o consumo. Enquanto o resfriamento (temperaturas entre -1 e 8°C) permite a conservação de alimentos durante dias ou, em alguns casos, semanas, o congelamento (temperaturas abaixo de -12°C) estende sua vida de prateleira por meses, podendo chegar até dois anos. Entretanto, durante esse último processo, a formação de cristais de gelo pode promover danos às estruturas celulares, resultando em considerável redução da qualidade devido a perdas por exsudação, alteração na textura, cor e aroma após o descongelamento. Portanto, é importante estudar formas de preservação das características dos vegetais durante o congelamento (FELLOWS, 2017; LIU et al., 2018).

O brócolis (*Brassica oleracea* L.) é um produto vegetal cuja comercialização na forma minimamente processada e congelada cresceu consideravelmente nos últimos anos, tanto para atender ao mercado de *food servisse* quanto para o consumo domiciliar, devido à praticidade no preparo cada vez mais valorizada pelos consumidores (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2015). Entretanto, as alterações das características do produto congelado são consideráveis, sendo notável a perda de qualidade quando comparado ao produto fresco.

Visando minimizar essas alterações, este trabalho propõe a realização de pré-tratamento por impregnação a vácuo de brócolis congelado, utilizando amido de banana da terra verde (*Musa paradisiaca* L.), maltodextrina de mandioca (*Manihot esculenta* C.) e pectina de baixo grau de metoxilação (BTM), na presença ou ausência de cloreto de cálcio.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Obtenção dos materiais:** A banana da terra foi obtida de distribuidores da região Sudoeste da Bahia. Os frutos utilizados foram padronizados de acordo com o grau de maturação, e o amido foi extraído na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). A maltodextrina de mandioca (dextrose equivalente: 11,42) foi adquirida da empresa Cassava S/A. A pectina BTM (Pectina GENU® LM 102 AS) foi cedida pela empresa CPKelco. O cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) foi obtido da empresa Êxodo Científica. O brócolis japonês utilizado neste trabalho foi adquirido no comércio local de Lavras-MG.

**Delineamento experimental:** O estudo foi conduzido de acordo com o Planejamento Experimental de Mistura Simplex-Centroide, sendo realizados dois grupos de experimentos: um na presença e outro na ausência de cloreto de cálcio (Tabela 1). As soluções foram preparadas e gelatinizadas a 80°C por 5 minutos, sendo posteriormente resfriadas até a temperatura ambiente.

**Tabela 1.** Planejamento Experimental de Mistura Simplex-Centroide utilizado no estudo.

Com adição de cloreto de cálcio (0,3333%, m/v)				Sem adição de cloreto de cálcio			
Tratamento	Amido de Banana da Terra Verde (% , m/v)	Maltodextrina de Mandioca (% , m/v)	Pectina BTM (% , m/v)	Tratamento	Amido de Banana da Terra Verde (% , m/v)	Maltodextrina de Mandioca (% , m/v)	Pectina BTM (% , m/v)
1	1,0000	0,0000	0,0000	12	1,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	1,0000	0,0000	13	0,0000	1,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	1,0000	14	0,0000	0,0000	1,0000
4	0,5000	0,5000	0,0000	15	0,5000	0,5000	0,0000
5	0,5000	0,0000	0,5000	16	0,5000	0,0000	0,5000
6	0,0000	0,5000	0,5000	17	0,0000	0,5000	0,5000
7	0,6667	0,1667	0,1667	18	0,6667	0,1667	0,1667
8	0,1667	0,6667	0,1667	19	0,1667	0,6667	0,1667
9	0,1667	0,1667	0,6667	20	0,1667	0,1667	0,6667
10	0,3333	0,3333	0,3333	21	0,3333	0,3333	0,3333
11	0,3333	0,3333	0,3333	22	0,3333	0,3333	0,3333

**Impregnação a vácuo:** As flores com pedúnculos foram padronizadas quanto ao peso total e ao diâmetro do pedúnculo. Após serem pesadas individualmente, foram imersas nas soluções preparadas e levadas na solução para uma estufa a vácuo (Tecnal, modelo TE-395), a 30°C e -500 mmHg (-66,7 kPa), por 2 horas. Após esse período, foram deixadas em repouso por 10 minutos, em pressão atmosférica e temperatura ambiente. O brócolis foi retirado da solução, lavado com água destilada, seco sobre papel absorvente e congelado em ar estático a -18°C por 38 horas. O descongelamento foi realizado em temperatura ambiente. Amostras controle isentas deste pré-tratamento foram congeladas nas mesmas condições.

**Percentual de perda de fluido celular (%PFC):** Realizou-se esta análise com auxílio de uma balança Shimadzu (modelo BL-3200H), avaliando a variação de massa do brócolis pré-tratado e do controle. A Equação 1 foi utilizada para determinação deste parâmetro.

$$\%PFC = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

Em que  $M_1$  a massa da amostra antes da impregnação e  $M_2$  é a massa da amostra após impregnação e congelamento/descongelamento.

**Textura:** A textura das amostras pré-tratadas e dos controles, ambas após o descongelamento, foi analisada utilizando uma texturômetro Universal modelo TA.XT2 (Texture Analyser, Stable Micro Systems). Foi realizado um corte reto paralelo à extremidade do pedúnculo, utilizando-se uma lâmina lisa, produzindo um cilindro de 5 mm de altura. Realizou-se compressão uniaxial com probe cilíndrica de 20 mm de diâmetro, a uma velocidade de compressão de 1 mm.s<sup>-1</sup> e compressão até 50% de deformação da amostra. Determinou-se a variação percentual de textura (%Textura) após o congelamento/descongelamento através da Equação 2.

$$\% \text{Textura} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \quad (2)$$

Onde,  $T_1$  é a força máxima (N) exercida sobre o controle e  $T_2$  é a força máxima (N) aplicada sobre as amostras após impregnação e congelamento/descongelamento.

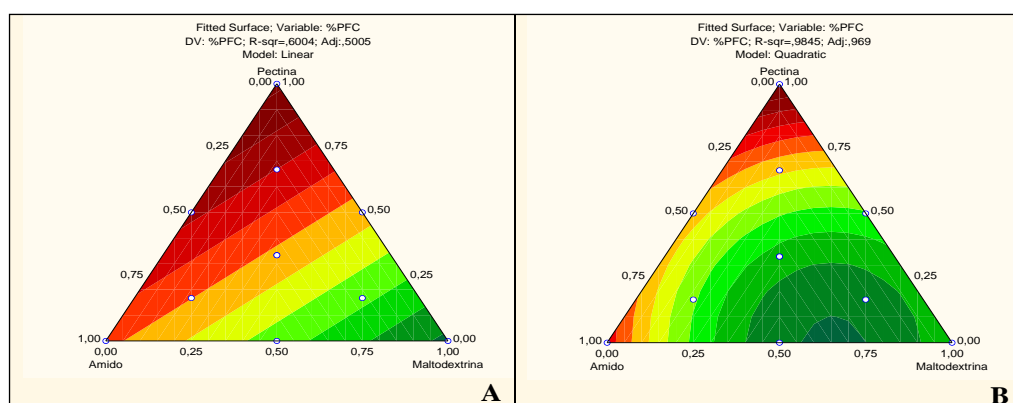
**Análise estatística:** Os resultados foram analisados no software Statistica 8.0 (Copyright© StatSoft), por meio da análise de variância (ANOVA,  $p < 0,05$ ), sendo plotados os gráficos cujos modelos lineares e/ou quadráticos foram significantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio das flores com pedúnculos de brócolis foi igual a  $0,93 \pm 0,21$  g, e o diâmetro médio dos pedúnculos foi igual a  $5,05 \pm 0,55$  mm. Através da análise de variância foi possível observar um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do pré-tratamento por impregnação apenas sobre o parâmetro de perda de fluido celular, que foi reduzida em maiores concentrações de amido e aumentada em maiores concentrações de pectina (modelo linear), na presença de cloreto de cálcio. Utilizando o modelo quadrático, foi possível determinar o ponto ótimo de 0,356% de amido de banana da terra verde com 0,669% de maltodextrina de mandioca na presença de 0,333% de cloreto de cálcio.

Devido à escassez de estudos a respeito da impregnação e congelamento de brócolis e produtos similares, os resultados encontrados neste trabalho foram comparados com estudos utilizando outros vegetais, como as frutas, que são mais comumente avaliadas. Entretanto, tal fato não compromete essencialmente à discussão, visto que em todos os estudos os resultados dos tratamentos são comparados com um controle negativo e é avaliado o efeito relativo a este.

Na Figura 1 são apresentados os gráficos de contorno do percentual de perda de fluido celular (%PFC) das amostras de brócolis impregnadas com biopolímeros na presença de cloreto de cálcio.



**Figura 1.** Gráficos de contorno do %PFC das amostras impregnadas com biopolímeros e cloreto de cálcio (A: modelo linear; B: modelo quadrático).

Os resultados encontrados condizem com aqueles reportados por Resende e colaboradores (2007), que impregnaram cilindros de melão em diferentes concentrações de amido gelatinizado, glicose e diferentes condições de pressão. A maltodextrina, o amido e o cloreto de cálcio podem reduzir a formação e o tamanho dos cristais de gelo devido à interação destes compostos com a água. Além disso, esses componentes podem ter se difundido nas microestruturas do brócolis durante a impregnação à vácuo, reduzindo a sua porosidade.

Os resultados do presente estudo foram diferentes daqueles encontrados para a impregnação de morangos congelados com pectina, cloreto de cálcio de glicose em diferentes concentrações e pressões (RENO et al.; 2011). Os autores observaram que o aumento da concentração de pectina aumentou a impregnação da glicose e que o aumento da pectina e do cloreto de cálcio reduziu a perda de fluidos celulares. A pressão não exerceu efeitos significativos sobre os parâmetros avaliados. Isso sugere que a eficiência da impregnação depende de diversos fatores, como: o vegetal a ser impregnado, os componentes utilizados na impregnação e a interação entre os mesmos, demonstrando a importância de mais estudos sobre esse processo.

## CONCLUSÕES

A impregnação a vácuo de brócolis japonês com amido de banana da terra verde, maltodextrina de mandioca e cloreto de cálcio foi capaz de reduzir a perda de fluido celular do vegetal após o descongelamento, demonstrando ser um processo simples e economicamente viável para reduzir os danos promovidos pela baixa temperatura de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

FELLOWS, P. J. **Food Processing Technology: practical practices**. 4 ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017.

LI, D.; ZHU, Z.; SUN, D. Effects of freezing on cell structure of fresh cellular food materials: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 46-55, 2018

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Mercado de brócolis é bastante promissor no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/mercado-de-brocolis-e-bastante-promissor-no-brasil-127586>> Acesso em: 23 ago 2019.

RENO, M. J.; PRADO, M. E. T.; RESENDE, J. V. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 247-256, 2011.

RESENDE, J. V.; RENO, M. J.; PRADO, M. E. T. Impregnação a vácuo de amido gelatinizado para a preservação da microestrutura de melões congelados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 2, p. 86-95, 2007.