

UTILIZAÇÃO DE DCCR E SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA A OTIMIZAÇÃO DE BIOPOLÍMERO A BASE DE GELATINA PARA MANUTENÇÃO DA COR OBJETIVA DE CARNE BOVINA *IN NATURA*

GISELLE PEREIRA CARDOSO¹, EDUARDO MENDES RAMOS², ALCINÉIA L.S. RAMOS³,
MONALISA PEREIRA DUTRA⁴, JACYARA THAÍS TEIXEIRA⁵, ÉRIKA CRISTINA
RODRIGUES⁶

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de aplicar o delineamento composto central rotacional (DCCR) e a metodologia de superfície de resposta (MSR) para otimizar a formulação de um filme comestível que será utilizado como alternativa de embalagem para carne bovina *in natura*. Biofilmes foram preparados em concentrações em esquema fatorial 2³ (2% a 10% de gelatina x 0% a 12% de glicerina x 0 mg/kg a 300 mg/kg de ácido ascórbico), e bifes de lagarto (*M. sendinosus*) foram submersos nas soluções e a leitura da cor objetiva feita após 24 horas de armazenamento a 4°C. Os resultados obtidos para as carnes embaladas armazenadas sob refrigeração durante 24h indicaram que a glicerina (p<0,10) e a interação entre glicerina e ácido ascórbico (p<0,05) afetam positivamente a cor vermelha (a*) e a saturação de bifes de lagarto bovinos (*M. Semitendinosus*). A região do ótimo para manutenção da cor vermelha da carne está situada entre 15-11,3% de glicerina e entre 225-300 ppm de ácido ascórbico.

Palavras-chaves: Delineamento Composto Central Rotacional Superfície de Resposta, biopolímeros, revestimento comestível

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos de alta qualidade e durabilidade é crescente, o que requer de produtores e fornecedores uma maior atenção quanto à conservação dos mesmos. Além dos processos químicos e físicos o emprego de embalagens pode auxiliar na conservação dos produtos. No entanto, há uma crescente preocupação em relação ao descarte dos materiais sintéticos. Embora sejam resistentes mecanicamente e eficientes como barreira à água e a gases, não são biodegradáveis, representando assim um sério risco ao meio ambiente (THARANATHAN, 2003).

Para suprir a crescente demanda de materiais com caráter renovável, biodegradável e sustentável, biomateriais estão sendo cada vez mais importantes para esse desenvolvimento, particularmente com adição de compósitos em sua formulação (GINDL, 2006).

Como alternativa aos filmes de origem sintética, biofilmes ou filmes biodegradáveis, constituídos de materiais biológicos, como hidrocolóides e lipídios vêm sendo empregados há alguns anos em produtos alimentícios. O desenvolvimento e a caracterização desses filmes vêm sendo fortemente estudados, pois podem atuar como barreira a elementos externos como água e gases e ainda promoverem melhorias na resistência de alguns produtos em relação ao manuseio ou transporte. Além disso, aos filmes podem ser incorporados aditivos alimentícios, agentes antimicrobianos e fármacos (BATISTA, 2004).

¹ Mestranda em Ciência dos Alimentos, DCA/ UFLA, gipcardoso@hotmail.com

² Professor Adjunto, DCA/UFLA emramos@dca.ufla.br

³ Professor Adjunto, DCA/UFLA, alsramos@dca.ufla.br

⁴ Doutoranda em Ciência dos Alimentos, DCA/ UFLA, monalisadutra@hotmail.com

⁵ Mestranda em Ciência dos Alimentos, DCA/ UFLA, jacynutricao@yahoo.com

⁶ Doutoranda em Ciência dos Alimentos, DCA/ UFLA, grikabio@yahoo.com

O uso de filmes e revestimentos comestíveis vem se tornando um tópico de grande interesse devido ao potencial para evitar a deterioração dos alimentos por degradação oxidativa e reações respiratórias, melhorando assim a qualidade dos alimentos e aumentando sua vida de prateleira (McHUGH et al., 1996).

Cerca de 100 tipos de filmes e revestimentos comestíveis foram patenteados a partir de 1950. Apesar disso, o uso de embalagens comestíveis em alimentos processados, especialmente aqueles que contêm alto conteúdo de umidade, é uma área que tem recebido pouca atenção (GUILBERT et al., 1996).

Recentemente, pesquisas neste campo têm-se intensificado, devido a fatores como a demanda de alimentos de alta qualidade pelo consumidor, indústrias de alimentos que precisam de novas técnicas de estocagem, conceitos ambientais sobre disposição de matérias renováveis para embalagem e oportunidades para criar novos mercados através do uso de resíduos agrícolas (GENNADIOS et al., 1997).

A utilização dos filmes visa controlar a migração de água de um sistema alimentício, a permeabilidade ao oxigênio, ao dióxido de carbono, a migração lipídica, manter qualidades desejáveis em um alimento relacionadas à cor, sabor, aroma, doçura, acidez e textura e, ainda, podem conter aditivos alimentícios como antioxidantes e antimicrobianos, os quais visam retardar a taxa de deterioração (McHUGH & KROCHTA, 1994).

Produtos cárneos são alimentos altamente perecíveis, sendo sua vida-útil limitada na presença de ar por três fatores principais: a oxidação do pigmento de mioglobina, a rancificação da gordura, e o crescimento de microrganismos deterioradores aeróbios. Estes fatores, individualmente ou em associação, causam mudanças no odor, sabor, aroma, cor e textura da carne, levando à deterioração de sua qualidade. Uma alternativa para este problema pode ser o uso de filmes e revestimentos comestíveis, pois antioxidantes ou antimicrobianos podem ser adicionados, melhorando a qualidade e estabilidade do alimento durante a estocagem.

Revestimentos comestíveis à base de biopolímeros, como os de gelatina, têm sido utilizados para retardar a deterioração, mantendo a qualidade do alimento com mínima alteração de suas propriedades intrínsecas.

Encontra a composição ótima para um biopolímero por técnicas convencionais, como o método um fator por vez envolve mudanças em uma variável independente enquanto as outras variáveis são fixadas em certos níveis. Esta pesquisa unidimensional é trabalhosa e demorada, e negligencia a interação entre as diferentes variáveis envolvidas. Alternativamente, delineamentos experimentais tais como planejamento fatorial e as técnicas de superfície de resposta fornecem vantagens potenciais, por exemplo, os resultados mais avançados com menor variabilidade do processo, mais próximos da realidade, menor tempo de desenvolvimento e menor custo global.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi otimizar a composição de um filme comestível à base de gelatina, glicerina e ácido ascórbico para manutenção da cor de carne bovina *in natura*, utilizando delineamento composto central rotacional (DCCR) e metodologia de superfície de resposta (MSR).

MATERIAL E MÉTODOS

A análise estatística foi conduzida utilizando-se o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), segundo Rodrigues e Iemma (2005), para três variáveis independentes em um esquema fatorial 2^3 (2% a 10% de gelatina x 0% a 12% de glicerina x 0 mg/kg a 300 mg/kg de ácido ascórbico), com 8 pontos fatoriais + 6 pontos axiais + 6 pontos centrais, totalizando 20 ensaios (Tabela 1). Os três fatores independentes foram investigados em cinco diferentes níveis (-1,68, -1, 0, +1, +1,68). As variáveis foram codificadas de acordo com a equação (1):

$$xi = (Xi - Xo) / \Delta Xi$$

onde X_i é o valor real da variável, X_0 o valor do X_i no ponto central, ΔX_i é a diferença entre nível superior e inferior, xi é o valor codificado da variável e $i=1,2,3$. Os níveis destas variáveis foram previamente selecionados a partir de estudos anteriores de Cardoso et al., 2009a. As variáveis

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

dependentes foram as do índice de cor do sistema CIELAB: luminosidade (L), vermelho (a*), amarelo(b*) e a saturação (C*).

Tabela 1- Delineamento fatorial completo para composição dos filmes de gelatina

ENSAIO	Variáveis Codificadas			% GEL	Variáveis reais	
	X1	X2	X3		% GLI	ASC
1	-1	-1	-1	3,5	3,0	61
2	+1	-1	-1	8,5	3,0	61
3	-1	+1	-1	3,5	12,0	61
4	+1	+1	-1	8,5	12,0	61
5	-1	-1	+1	3,5	3,0	239
6	+1	-1	+1	8,5	3,0	239
7	-1	+1	+1	3,5	12,0	239
8	+1	+1	+1	8,5	12,0	239
9	-1,68	0	0	2	7,5	150
10	1,68	0	0	10	7,5	150
11	0	-1,68	0	6	0,0	150
12	0	1,68	0	6	15,0	150
13	0	0	-1,68	6	7,5	0
14	0	0	1,68	6	7,5	300
15	0	0	0	6	7,5	150
16	0	0	0	6	7,5	150
17	0	0	0	6	7,5	150
18	0	0	0	6	7,5	150
19	0	0	0	6	7,5	150
20	0	0	0	6	7,5	150

%GEL= % gelatina; %GLI=%glicerina; ASC(ppm)= ppm de ácido ascórbico

Bifes de lagarto bovino (*M.Semitendinosus*) foram imersos nas soluções de revestimento (Tabela 1) por 2 segundos, acondicionados em bandejas de isopor, envoltos por filme plástico de PVC e armazenados por 8 dias à temperatura de 4 °C. Como controle, bifes foram imersos em água destilada e embalados similarmente aos demais tratamentos. As amostras foram analisadas após 24 horas de armazenamento com um colorímetro Chroma Meters CR-300; a leitura da cor objetiva foi realizada em 12 pontos dos cortes, sendo estabelecido o ângulo de 10° para o observador e o iluminante D65, no sistema CIELab (RAMOS e GOMIDE, 2007).

As respostas Y (L, a* ou b*) foram analisadas usando uma equação polinomial de segunda ordem (equação 2) para três variáveis independentes e os dados foram ajustados à equação pelo procedimento de regressão múltipla.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

Onde Y é a resposta prevista, Xi e Xj representam as variáveis independentes que influenciam na resposta da variável Y; e β_0 , β_i , β_{ii} e β_{ij} representam o termo independente, o i-ésimo coeficiente linear, o ii-ésimo coeficiente quadrático e o ij-ésimo coeficiente de interação, respectivamente.

A significância dos coeficientes da equação para cada variável resposta foi avaliada pelo teste-F e pelo p-valor, sendo a análise estatística conduzida usando o programa STATISTICA 5.0 (StatSoft, Poland), com avaliação dos efeitos e significância ao nível de 1, 5 e 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando a carne é armazenada refrigerada exposta a altos níveis de oxigênio, os pigmentos relativos da mioglobina são gradativamente oxidados, alterando sua cor de vermelha brilhante (oximioglobina, O2Mb) para marrom (metamioglobina, MMb) (RAMOS e GOMIDE, 2007). A

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

formação da MMB reduz os valores de a^* e b^* (McKENNA et al., 2005), com perda da coloração vermelha, e de L^* (LINDAH et al., 2001), tornando a carne escura e pouco atrativa para os consumidores. Portanto, a cor da carne será favorecida quando os índices de cor forem elevados e assim se mantiverem durante o período de armazenagem (CARDOSO et al., 2009b).

Após 24 horas de armazenamento (4°C), os modelos de regressão ajustados para os índices de cor (CIELAB) dos bifes revestidos apresentaram coeficientes significativos ($P < 0,10$) apenas para o índice de vermelho (a^*) e saturação (C^*) (Tabela 2).

Tabela 2- Coeficientes de regressão (CR) para as variáveis codificadas e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para o índice de vermelho (a^*) e saturação (C^*) da superfície de bifes tratados com filmes de revestimento após 24 horas de armazenamento refrigerado (4°C)

	a^*	C^*
Constante	13,71682***	14,76074***
Linear		
GEL	0,0183	0,08153
GLI	0,67231*	0,74971*
ASC	0,12962	0,18986
Interação		
GEL x GLI	-0,21366	-0,2008
GEL x ASC	-0,27155	-0,27306
ASC x GLI	1,03074**	1,086**
Quadrático		
GEL x GEL	-0,46319	-0,50783
GLI x GLI	0,28159	0,31029
ASC x ASC	-0,23732	-0,32978
R^2	0,7022	0,6774

Variáveis codificadas: GEL = gelatina; GLI = glicerina; e ASC = ácido ascórbico.

*** $P < 0,01$; ** $P < 0,05$; e * $P < 0,10$.

Os valores de índice de vermelho (a^*) e da saturação (C^*) dos bifes tratados foram diretamente proporcionais à concentração de glicerina, manifestado pelo componente linear, e pela interação entre a concentração de glicerina e ácido ascórbico (Tabela 2).

A partir do modelo ajustado ($P = 0,10$) para os coeficientes significativos de a^* e C^* , foi possível construir a superfície de resposta em função das concentrações de glicerina e ácido ascórbico para o vermelho (Figura 1) e para a saturação (Figura 2). Como maiores valores de índice de vermelho (a^*) e saturação (C^*) são desejáveis, o ponto de máximo das superfícies de resposta é o mais desejável.

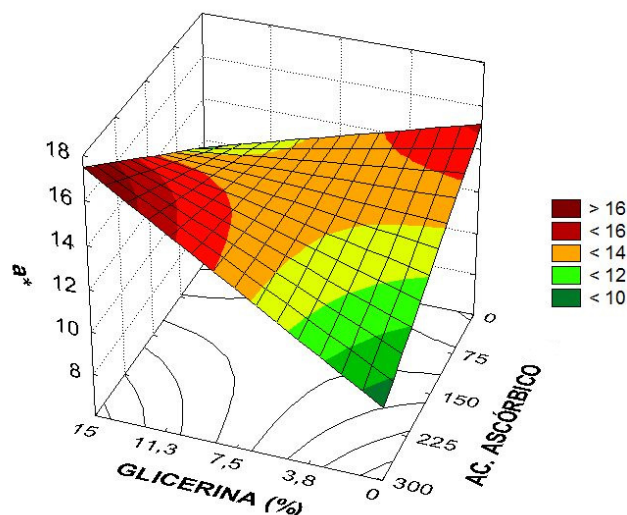


Figura 1- Superfície de resposta para os índices de vermelho (a^*) de bifes bovinos em função das concentrações de ácido ascórbico e glicerina nos filmes de revestimento contendo 6% de gelatina.

A equação da regressão para a constante a^* , sem eliminar os efeitos não significativos foi a seguinte:

$$Y=13,71682+0,0183GEL+0,67231GLI+0,12962ASC-0,21366(GEL \times GLI) - 0,27155(GEL \times ASC)+1,03074(ASC \times GLI) -0,46319GEL^2+0,28159GLI^2-0,23732ASC^2$$

A região de ótimo se encontra entre 15-11,3% de glicerina e entre 225-300 ppm de ácido ascórbico.

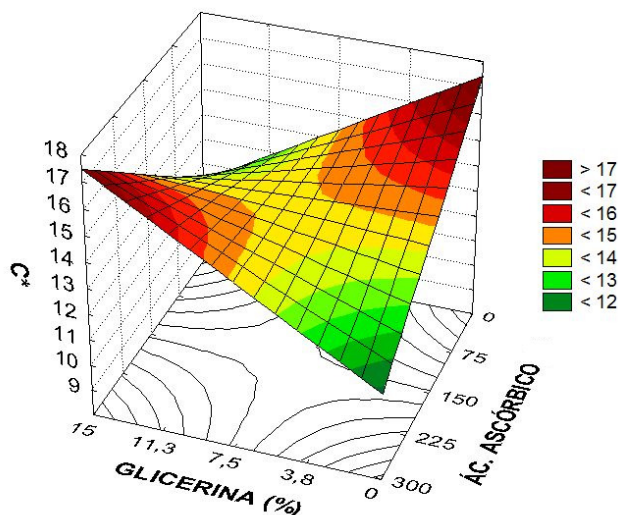


Figura 2- Superfície de resposta para os índices de vermelho (C^*) de bifes bovinos em função das concentrações de ácido ascórbico e glicerina nos filmes de revestimento contendo 6% de gelatina.

A equação da regressão para a constante C^* , sem eliminar os efeitos não significativos foi:

$$Y=14,76074+0,08153GEL+0,74971GLI+0,18986ASC-0,2008(GEL \times GLI) - 0,27306(GEL \times ASC)+1,086(ASC \times GLI) -0,50783GEL^2+0,31029GLI^2-0,32978ASC^2$$

A região de ótimo está situada entre 15-11,3% de glicerina e entre 225-300 ppm de ácido ascórbico.

CONCLUSÃO

Dentre as variáveis independentes: gelatina, glicerina e ácido ascórbico, as que apresentaram efeito positivo na coloração da carne in natura foram glicerina e a interação glicerina x ácido

ascórbico, tanto para o vermelho (a^*) quanto para a saturação (C^*). A variável gelatina não influenciou significativamente a cor vermelha da carne, podendo, para experimentos futuros, ser mantida em seu menor nível de concentração.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BATISTA, Juliana Alves. Desenvolvimento, caracterização e aplicações de biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos em bananas e sementes de brócolos / Juliana Alves Batista. Campinas, SP: [s.n.], 2004

CARDOSO, G.P., RAMOS, E.M., RAMOS, A.L.S. Avaliação de revestimentos comestíveis de gelatina na cor objetiva de carne bovina in natura – testes preliminares. *Higiene Alimentar*, v.23, n.170/171 (Encarte), p.128-129, 2009a

CARDOSO, G.P., RAMOS, E.M., RAMOS, A.L.S. Uso de revestimentos comestíveis de gelatina na manutenção da cor objetiva de carne bovina in natura refrigerada – testes preliminares. *Higiene Alimentar*, v.23, n.170/171 (Encarte), p.132-133, 2009b.

GENNADIOS, A., HANNA, M. A., KURTH, L. B. Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. **Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie**. v. 30, n.4, p.337-350, 1997.

GINDL, W.; MARTINSCHITZ, K.; BOESECKE, P. KECKERS, J. Changes in the Molecular Orientation and Tensile Properties of Uniaxially Drawn Cellulose Films. **Biomacromolecules**, v. 7, p. 3146-3150, 2006.

GUILBERT, S., GONTARD, N., GORRIS G. M. Prolongation of the Shelf-life of Perishable Food Products using Biodegradable Films and Coatings. **Lebensmittel- Wissenschaft und- Technologie**. v.9, n.1 & 2, p.10-17, 1996.

LINDAHL, G.; LUNDSTROM, K.; TORNBERG, E. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, v.59, p.141-151, 2001.

McHUGH, T. H., HUXSOLL, C. C., KROCHTA, J. M. Permeability Properties of Fruit Puree Edible Films. **Journal of Food Science**. v. 61, n.1, p.88-91, 1996

McHUGH, T. H.; KROCHTA, J. M. Milk-protein-based edible films and coating. **Food Technology**. Chicago, v.48, n.1, p.97-103, 1994

McKENNA, D. R.; MIES, P. D.; BAIRD, B. E.; PFEIFFER, K. D.; ELLEBRACHT, J. W.; SAVELL, J. W. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Science*, v.70, p.665-682, 2005.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2007

RODRIGUES, M.I., IEMMA, A.F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: Uma estratégia sequencial de planejamentos. Campinas: Casa do Pão Editora, 2005, 326p.

STATSOFT. Statistica for Windows, versão 5.0. 1995. (Software estatístico)

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