



## EMBALAGEM PLÁSTICA PARA FLOCÃO DE MILHO BIOFORTIFICADO

Sophia M. L. Ribeiro<sup>1</sup>; Danielle Ito<sup>2</sup>; José Luiz V. Carvalho<sup>3</sup>; Cristiane Q. Moreira<sup>2</sup> Rosa M. V Alves<sup>2\*</sup>

1 – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, Campinas, SP

2 – Centro de Tecnologia de Embalagens (CETEA), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas, SP

[rosa@ital.sp.gov.br](mailto:rosa@ital.sp.gov.br)

3 – Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

**Resumo:** Devido a carência de micronutrientes que são essenciais para a saúde, vem sendo desenvolvido no Brasil produtos biofortificados. O objetivo desse estudo foi levantar informações sobre os efeitos de quatro tipos de embalagem e do tipo de acondicionamento (com e sem vácuo), na perda de qualidade de flocão de milho biofortificado. Os resultados mostraram que em todas as embalagens avaliadas houve preservação dos carotenoides, tendo um destaque para o PETmet/PEBD com vácuo que teve uma maior retenção do teor de carotenoides pró-vitamina A e maior preservação da cor.

**Palavras-chave:** Biofortificado, Carotenoides, Embalagem, Flocão de Milho

### *Plastic Packaging for biofortified corn products*

**Abstract:** Biofortified products are being developed in Brazil because of deficiencies of micronutrients that are essential for health. The results showed the preservation of carotenoids in all evaluated packages, among them the PETmet/LDPE with vacuum that had the greater retention of provitamin A and higher color preservation.

**Keywords:** Biofortified, Carotenoids, Packaging, Corn Product

### Introdução

A vitamina A executa um papel essencial na saúde humana, como a conservação de uma boa visão, a integridade da pele, o bom funcionamento dos sistemas imunológicos e reprodutor, além da prevenção de doenças como o câncer. A deficiência dessa vitamina no organismo, chamada de hipovitaminose A, é a principal causa de cegueira em crianças menores de cinco anos e está também associada à menor resistência de crianças às doenças [1].

A Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu o milho pró-vitamina A BRS 4104, que possui maiores concentrações de carotenoides precursores da vitamina A nos grãos, ou seja, que se transformam em vitamina A no corpo humano a partir de reações químicas. Nessa variedade mais nutritiva do milho, a concentração média de pró-vitamina A é 2,5 a 3,2 vezes maior que os valores encontrados no milho comum, e o aumento dessas substâncias no milho traz benefícios a todos que consomem esse cereal e seus derivados [1].

Na região do Nordeste do Brasil, o consumo de flocos de milho em forma de cuscuz tornou-se um hábito alimentar no café da manhã de famílias de todas as camadas sociais. Estimativas da ABIMILHO indicam que 90% da produção de flocos de milho são consumidos na região do Nordeste do País. Nesse sentido, em decorrência do seu alto consumo, o flocão de milho biofortificado com alto teor de carotenoides é um excelente veículo para suprir as deficiências de vitamina A da população da região nordeste do Brasil [2].

No entanto, é importante avaliar a retenção de carotenoides na vida de prateleira do produto, tornando a embalagem um fator importante para minimizar sua perda, dependendo das características de barreira ao oxigênio, teor de oxigênio do espaço-livre da embalagem e proteção contra a luz que contribuem na diminuição da decomposição dos carotenoides [3].

Assim, foi conduzido este estudo de estabilidade de flocão de milho biofortificado em quatro sistemas de embalagem para avaliar em qual sistema ocorre maior retenção dos carotenoides pró-vitamina A.

## Experimental

Cerca de 200g de flocão de milho biofortificado, produzido com milho da variedade BRS 4104 desenvolvido pela Embrapa, foi acondicionado em embalagens flexíveis confeccionadas com os seguintes materiais: Polipropileno (PP)/Polietileno de Baixa Densidade(PEBD) - sem vácuo; Poliéster (PET)/PEBD - sem vácuo; PEBD/Poliamida (PA)/PEBD - com vácuo; PET metalizado (met)/PEBD - com vácuo (Tab. 1).

**Tabela 1.** Embalagens utilizadas para acondicionar o flocão de milho biofortificado.

Material		Espessura ( $\mu\text{m}$ )		TPO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	TPVA <sup>2</sup>
		Total	Parciais		
PP/PEBD	Média	66,5	20,7/45,8	1312,11	3,57
	Desvio Padrão	0,4	0,6/0,5	3,86	0,70
PET/PEBD	Média	92,0	15,0/77,0	96,49	2,91
	Desvio Padrão	3,0	2,0/4,0	1,35	0,12
PETmet/PEBD	Média	72,0	14,0/58,0	0,47	1,09
	Desvio Padrão	11,0	2,0/5,0	0,09	0,18
PEBD/PA/PEBD	Média	91,6	38,3/11,2/42,1	69,75	3,30
	Desvio Padrão	2,9	2,3/1,0/1,5	2,24	0,20

<sup>1</sup> Taxa de permeabilidade ao oxigênio expressos em ml (CNTP).m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> a 23°C, a seco e 1atm de gradiente de pressão parcial de oxigênio; <sup>2</sup> Taxa de permeabilidade ao vapor d'água expressos em g água.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> a 38°C /90%UR.

Foi conduzido um estudo de estabilidade do produto acondicionado nas embalagens a 25±3°C e 75%± 5%UR.

Ao longo da estocagem, as embalagens foram caracterizadas quanto ao teor de oxigênio do espaço livre em cromatográfico a gás Agilent, modelo 7890, operando com detector de condutividade térmica. A coleta dos gases nas embalagens sem vácuo foi efetuada diretamente com seringa hermética, através de um septo colocado na embalagem. Para as embalagens a vácuo, o gás foi coletado através da abertura da embalagem sob um sistema imerso em água para posterior quantificação, conforme descrito em [4].

O flocão de milho foi avaliado quanto à atividade de água determinada em um higrômetro baseado em psicrometria de marca Decagon – Aqualab, com resolução de 0,0001A<sub>a</sub>, sob uma temperatura de 25,0±1,0°C [5].

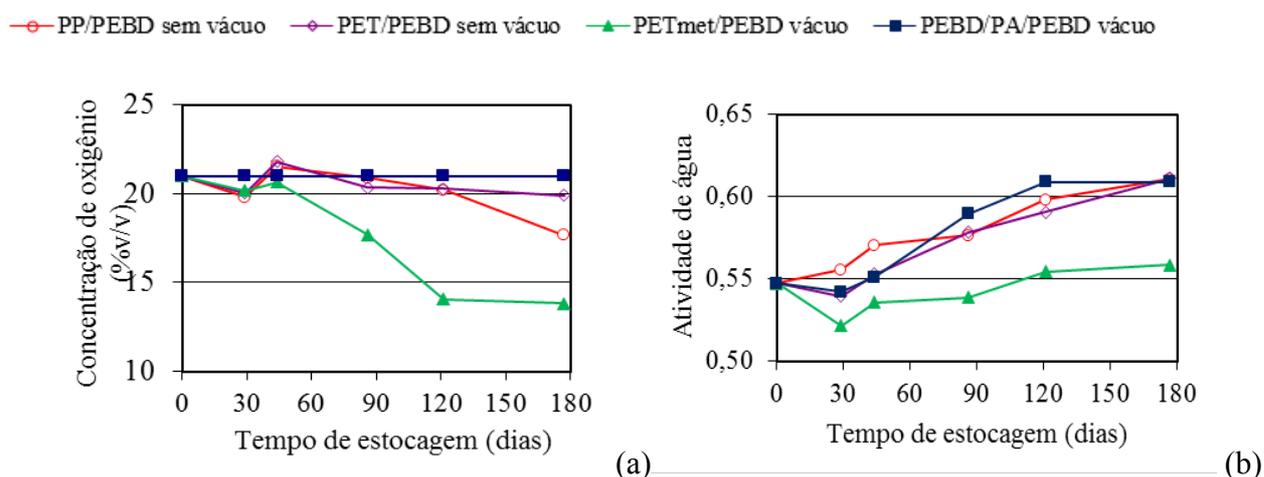
A quantificação de carotenoides foi feita pela EMBRAPA-RJ em cromatógrafo líquido de alta eficiência Waters, modelo W600, com coluna C30 (YMC Carotenoid S-3 250x4,6mm, 3 $\mu\text{m}$ ) fluxo 0,8mL min<sup>-1</sup>, detector arranjo de fotodiodos com varredura de 300 a 550nm, temperatura da coluna 33°C e padronização externa [6].

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio da ferramenta Planejamento e experimento, Design Fatorial Multinível com 2 fatores, 2 replicatas, com 7 níveis no fator tempo e 4 níveis no fator embalagem, totalizando 56 rodadas utilizando o software Minitab® 16.1.0.

## Resultados e Discussão

Observa-se na Fig.1a que ao longo da estocagem, a embalagem de PETmet/PEBD apresentou uma maior redução do teor de oxigênio, pois o volume de ar dentro desta embalagem era menor devido ao vácuo, além disso o PETmet/PEBD apresentava maior barreira ao oxigênio e assim o oxigênio consumido nas reações de oxidação não foi repostado por permeação pelo material. Nas outras embalagens o teor de oxigênio não apresentou muitas alterações, mantendo praticamente a composição do ar atmosférico (21% de O<sub>2</sub>), ao longo do período de estocagem.

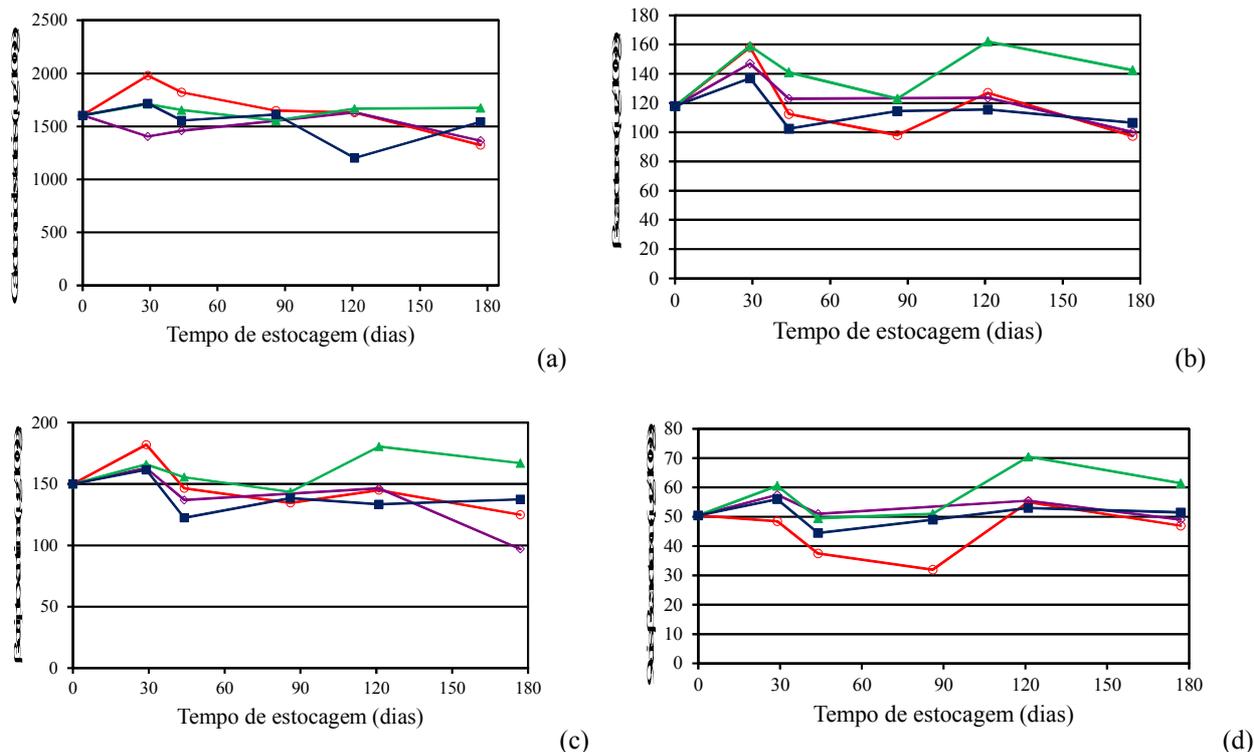
Em relação a atividade de água (Fig. 1b) que o produto no PETmet/PEBD com vácuo apresentou pequena alteração ao longo da estocagem mantendo-se próximo de 0,55. Entretanto, o produto nas outras embalagens apresentou aumento da atividade de água, atingindo valor próximo a 0,60 a partir de 120 dias, mantendo este teor de atividade de água até os 180 dias de estocagem.



**Figura 1.** Teor de oxigênio do espaço livre nas embalagens de flocão de milho biofortificado (a) e atividade de água do produto ao longo da estocagem a 25°C/75%UR (b).

O estudo com as embalagens descritas nas devidas condições especificadas demonstrou que houve pequenas flutuações dos resultados de carotenoides no produto ao longo da estocagem (Fig. 2 a – 2 d). Entretanto, foi observada uma retenção maior dos carotenoides pró-vitamina A ( $\beta$  caroteno,  $\beta$  criptoxantina e 9 cis- $\beta$  caroteno) no flocão de milho biofortificado acondicionado à vácuo em PETmet/PEBD aos 180 dias de estocagem a 25°C/75%UR.

—○— PP/PEBD sem vácuo    —◇— PET/PEBD sem vácuo    —▲— PETmet/PEBD vácuo    —■— PEBD/PA/PEBD vácuo



**Figura 2.** Teor de carotenoides totais (a),  $\beta$ -caroteno (b),  $\beta$ -criptoxantina (c) e 9-cis  $\beta$ -caroteno (d) do floção de milho biofortificado ao longo da estocagem a 25°C/75%UR.

### Conclusões

Concluiu-se que nos quatro sistemas de embalagens avaliados ocorreu a preservação dos carotenoides no floção de milho biofortificado, tendo um destaque para o produto acondicionado à vácuo em PETmet/PEBD. Esta embalagem apresenta boa barreira tanto a vapor d'água quanto ao oxigênio, mantendo a atividade de água do produto mais próxima da inicial, e com maior potencial para retardar as reações de oxidação dos carotenoides pró-vitamina A.

### Agradecimentos

Ao CNPq – PIBIC pela bolsa de Iniciação Científica e apoio financeiro concedido ao desenvolvimento deste projeto e à Embrapa Agroindústria de Alimentos pelo fornecimento das amostras e realização dos ensaios de quantificação de carotenoides.

### Referências Bibliográficas

1. Embrapa Milho e Sorgo. Milho Pró-vitamina A, saúde à vista. Núcleo de comunicação organizacional. Sete Lagoas, MG. 2013.
2. J. L. R. Ascheri. Enriquecimento da farinha de milho com vitamina A e ferro. in Enriquecimento e restauração de alimentos com micronutrientes: uma proposta para o Brasil. São Paulo: ILSI Brasil, 79-88, 2000.
3. D. Dutta; U. R Chaudhuri; R. Chakraborty, Structure, health benefits, antioxidante property and processing and storage of carotenoids. *African Journal of Biotechnology*, 2005, 13, 1510-1520.
4. . C.I.G.L Sarantópoulos; L. M Oliveira; M. Padula; L. Coltro; , R.M.V. Alves; E.E.C. Garcia *Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades*. 1.ed. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267p.
5. DECAGON DEVICES, INC. Aqua lab – model CX-2-Water activity meter. 73 p. (Operator's Manual Version 3.0).
6. D. B. RODRIGUEZ-AMAYA. *A guide to carotenoid analysis in foods*. ILSI Press, Washington D.C. 2001.