

EXTRATO DE BIXINA DE SEMENTES DE URUCUM COMO CORANTE NATURAL NA FORMULAÇÃO DE PIPOCA DE MICRO-ONDAS: AVALIAÇÃO E EFEITOS NA QUALIDADE

F. M. TROMBETE¹, M. E. R. CHAMONE², A. A. S. OLIVEIRA³, R. A. MIGUEL⁴, V. A. V. QUEIROZ⁵
Universidade Federal de São João del-Rei^{1,2,3}, Embrapa Milho e Sorgo^{4,5}
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8590-4142>¹
trombete@ufsj.edu.br¹

Submetido 14/04/2020 - Aceito 28/09/2020

DOI: 10.15628/holos.2020.9818

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo obter um extrato lipídico rico em carotenóide bixina, a partir de sementes de urucum e, avaliar a viabilidade de seu uso como corante natural na formulação de pipoca de micro-ondas. Sementes de urucum com $4,42 \pm 0,32\%$ de bixina foram submetidas a extração com óleo de soja e esse extrato foi adicionado em diferentes concentrações na formulação de pipoca e então avaliada a atividade antioxidante, capacidade de expansão e coloração dos produtos. A percepção sensorial também foi estudada por 70 avaliadores, utilizando escala hedônica de 9 pontos e questionário CATA (*check-all-that-apply*) para associação das cores das pipocas com possíveis sabores. Verificou-se que é viável a adição do extrato como corante natural na

formulação de pipoca de micro-ondas, não alterando as características de expansão dos produtos. Os maiores níveis de adição produziram pipocas com maior intensidade de amarelo (+b*) e com boa aceitação sensorial. Através do questionário CATA verificou-se que é recomendada a comercialização dos produtos com adição dos sabores bacon em todas as formulações adicionadas de extrato de bixina. Já as formulações adicionadas das maiores concentrações de bixina também podem ser comercializadas com os sabores manteiga, queijo, picante e mostarda. Essa pesquisa demonstra uma aplicação prática para a produção de um corante natural e afirma o seu potencial para formulação e comercialização de pipocas de micro-ondas.

PALAVRAS-CHAVE: *Bixa orellana* L., milho de pipoca, atividade antioxidante, CATA, *check-all-that-apply*.

BIXIN EXTRACT FROM ANNATTO SEEDS AS A NATURAL COLORANT IN MICROWAVE POPCORN FORMULATIONS: EVALUATION AND EFFECTS ON THE QUALITY

ABSTRACT

This research aimed to obtain a lipid extract rich in carotenoid bixin, from annatto seeds and evaluate the viability of its use as a natural colorant in the formulation of microwave popcorn. Annatto seeds with $4.42 \pm 0.32\%$ bixin were subjected to extraction with soybean oil and this extract was added in different concentrations in the popcorn formulation. The antioxidant activity, expansion capacity, and color of the products were evaluated. Sensory perception was also assessed by 70 consumers, using a 9-point hedonic scale and a CATA questionnaire (*check-all-that-apply*) to associate the color of the popcorns with possible flavors. It was found that it is feasible to add the extract as a natural colorant in the

formulation of microwave popcorn, without altering the expansion characteristics of the products. The highest levels of addition produce popcorn with greater yellow intensity (+b*) and with good sensory acceptance. Through the CATA questionnaire, it was found that the marketing of products with the addition of bacon flavors is recommended in all formulations added with bixin extract. The formulations with greater intensity in yellow can also be marketed with butter, cheese, spicy and mustard flavors. This research demonstrates a practical application for the production of a natural colorant and affirms its potential for the formulation and commercialization of microwave popcorn.

KEYWORDS: *Bixa orellana* L., popcorn kernels, antioxidant activity, CATA, *check-all-that-apply*

1 INTRODUÇÃO

O milho de pipoca é definido pela legislação brasileira como os grãos provenientes da espécie *Zea mays* L., subespécie *mays*, com capacidade de estourar, transformando-se em pipoca, quando submetido à temperatura de aproximadamente 180 °C (Brasil, 2011). Devem possuir o valor mínimo de capacidade de expansão de 30 mL/g, sendo esse o principal parâmetro de qualidade do produto. A capacidade de expansão está diretamente relacionada com o volume e a maciez da pipoca, sendo inversamente proporcional ao índice de piruás (quantidade de grãos que não estouram) (Pereira Filho et al., 2015; Oliveira et al., 2020).

Em termos nutricionais, a pipoca estourada em óleo de soja e sem sal apresenta cerca de 10% de proteínas, 16% de lipídios, 1,2% de minerais, 3,0% de umidade e 14% de fibra alimentar total (b.u.) (Taco, 2011). De acordo com Kranz et al. (2017) a pipoca é uma excelente opção de inclusão de fibras alimentares na dieta, uma vez que apresenta altos valores e é bem aceita por diversos tipos de consumidores.

O milho de pipoca para micro-ondas é comercializado em embalagem primária composta de papel e aditivos, tais como os repelentes a lipídeos da classe de surfactantes contendo átomos de flúor na estrutura (perfluorados - PFAs), conferindo uma barreira contra a absorção e migração dos lipídios (Zabaleta et al., 2017). A base lipídica mais utilizada na formulação do produto é a gordura hidrogenada por possuir predominância de ácidos graxos saturados, conferindo ao produto maior estabilidade à oxidação lipídica durante a vida de prateleira (Hashempour-Baltork et al., 2016). Além da gordura hidrogenada, os principais ingredientes utilizados na formulação de pipoca de micro-ondas no Brasil, além do milho, são o sal, o glutamato monossódico e aditivos, sendo os principais os aromatizantes e corantes artificiais.

Os aditivos alimentares são definidos pelo Ministério da Saúde (Brasil, 1997) como qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características do produto, seja na conservação ou apenas sensorialmente. Os corantes sintéticos apresentam maior estabilidade, principalmente durante a vida de prateleira de alimentos que são comercializados em temperatura ambiente, possuem maior variedade de cores e menor custo em relação aos naturais (Honorato et al., 2013). Porém, o uso desses aditivos tem diminuído cada vez mais devido a associação negativa pelos consumidores, existindo atualmente uma grande demanda pela substituição desses pelos corantes naturais (Neves, Silva & Meireles, 2019).

O corante urucum (INS 160b), também denominado comercialmente de colorau ou colorífico, é extraído das sementes de *Bixa orellana* L, contidas em cápsulas comumente chamada de cachopas e, podendo ser extraídos e separados diversos carotenóides das sementes, sendo os principais a bixina (lipossolúvel) e a norbixina (hidrossolúvel) (Castro et al., 2009), responsáveis pela coloração do extrato variando do amarelo ao vermelho (Brilhante et al. 2015). Ambas tem sido amplamente utilizadas pela indústria de alimentos como corantes em queijos, margarina, biscoitos, sorvetes, dentre outros.

A extensa cadeia de duplas ligações presente na estrutura da bixina e norbixina permitem a adição de radicais livres aos carbonos adjacentes às insaturações, atuando como agentes antioxidantes. A interação com o carotenoide reduz a concentração de oxigênio no meio, diminuindo a quantidade de radical peróxido formado, conseqüentemente, inibindo processos oxidativos (Garcia et al., 2012).

O corante urucum também tem sido utilizado por algumas indústrias de alimentos em substituição ao corante amarelo tartrazina (INS 102), já que esse último pode provocar reações como asma, rinite, náusea e cefaleia em pessoas sensíveis. Por isso, a declaração de uso do amarelo tartrazina deve ser, obrigatoriamente, apresentada no rótulo do produto (ANVISA, 2007).

O extrato de bixina em óleo de soja tem sido adicionado na formulação de pipoca de micro-ondas comercializadas no sabor manteiga, conferindo uma coloração ligeiramente amarelada ao produto. No entanto, tal adição tem sido feita de modo empírico, sem estudos prévios para determinar os efeitos de tal procedimento na qualidade da pipoca. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo produzir um extrato lipídico com alta concentração de bixina, a partir das sementes de *Bixa orellana* e, avaliar os efeitos da adição do extrato na percepção sensorial e em determinados parâmetros de qualidade da pipoca de micro-ondas.

2 METODOLOGIA

2.1 Processamento das sementes, obtenção do bixina de urucum e análise de bixina

As cachopas contendo as sementes de urucum foram colhidas na Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, em adequado estágio de maturação, conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1: Cachopas de urucum (*Bixa orellana* L.) no *Campus* da UFSJ em Sete Lagoas (esquerdo) e; sementes em óleo de soja (direito). Fonte: os autores.

As sementes foram coletadas manualmente, peneiradas com auxílio de jatos de ar para remoção das impurezas e em seguida foram trituradas em moinho doméstico (*Philips Walita* RI7761 750W). A granulometria foi padronizada com auxílio de peneira de aço inox com malha de 500 μm , sendo a fração peneirada coletada e a fração retida descartada.

Para a obtenção do extrato, as sementes trituradas foram pesadas em balança analítica (*Marte/Shimadzu*, AW220), sob baixa iluminação. Os frascos foram envoltos com papel alumínio para evitar exposição à luz e a extração se deu com 12,5 g de amostra em 100 g de óleo de soja, com agitação por 1 h a 250 RPM em temperatura de 50 °C em incubadora com controle de temperatura (*Marconi*, MA832). Essa condição foi definida através de testes prévios com variação na proporção de amostra: lipídio e tempo de agitação.

Após a agitação, as amostras foram filtradas em papel de filtro qualitativo com auxílio de vácuo, sendo o extrato filtrado coletado. Para determinação da cor do extrato foi utilizado colorímetro digital (CR 400, *Konica Minolta*, Japão) no sistema CIELAB, na escala $L^* a^* b^*$, onde, L^* significa luminosidade, a^* coordenada vermelho/verde e b^* coordenada amarelo/azul. A leitura foi realizada em triplicata.

O teor de bixina foi determinado tanto na amostra de semente em pó quanto nos extratos obtidos, através do método 112/IV, do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), utilizando 0,1 g de amostra de sementes em pó ou 0,1 mL das amostras dos extratos. Em ambas as análises a extração foi feita em clorofórmio, seguido de filtração e quantificação em espectrofotômetro (UV- 1800 *Shimadzu*) por absorvância a 470 nm. As amostras foram diluídas até obter leitura entre 0,200 e 0,800 Abs. Toda a análise foi realizada em ambiente com baixa exposição a luz as amostras foram analisados logo após finalizadas as extrações.

2.2 Formulação das pipocas

A mistura para pipoca de micro-ondas foi composta de 80 g de milho (80%), 18 g de base lipídica (18%) constituída de gordura vegetal hidrogenada e, 2 g (2%) de sal, sendo essa a formulação considerada controle (PPC). A partir da PPC foram obtidas outras quatro formulações (PP1, PP2, PP3 e PP4), com variação do extrato de bixina de 1,25 a 5,0%, conforme apresentado na Tabela 01. A proporção de base lipídica nas formulações foi mantida em 18% (composta pela soma da gordura hidrogenada e extrato de bixina em óleo de soja).

Tabela 1: Formulações das amostras de pipocas de micro-ondas

Ingredientes	Amostras				
	PPC (%)	PP1 (%)	PP2 (%)	PP3 (%)	PP4 (%)
Milho (g)	80	80	80	80	80
Gordura vegetal hidrogenada (g)	18	16,75	15,5	14,25	13
Extrato de bixina (g)	0	1,25	2,5	3,75	5
Sal (g)	2	2	2	2	2
Total (g)	100	100	100	100	100

Os ingredientes foram homogeneizados manualmente e transferidos para a embalagem de papel cartão aditivado específica para pipoca de micro-ondas. A embalagem foi então fechada manualmente e lacrada por fita termoestável. Para a realização das análises, o produto foi submetido a aquecimento por micro-ondas (*Electrolux* MEPP41, 31L) a 1200 w de potência por 2 minutos, obtendo-se então as amostras de estudo.

2.3 Avaliação da cor e volume específico das pipocas

Após estourarem, as pipocas foram avaliadas quanto ao índice da capacidade de expansão (ICE) e cor. O ICE foi determinado conforme a Instrução Normativa 61/2011 (Brasil, 2011). Para a determinação da cor e das demais análises as pipocas foram trituradas em liquidificador (*Philips*, RI2134/90), visando obter maior homogeneidade nas amostras. A cor foi determinada na escala $L^* a^* b^*$, em triplicata, conforme previamente descrito no item 2.1.

2.4 Análise de atividade antioxidante das pipocas

A capacidade antioxidante foi determinada através do método ABTS proposto por Ali et al. (2009). Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi transferida para um tubo de ensaio, onde se adicionou 2,9 mL de solução ABTS. Após a reação das soluções por 30 min realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Fento, 700S) a 734 nm. A capacidade antioxidante foi calculada utilizando-se curva padrão de *Trolox* (100 a 2000 μM) e os resultados foram expressos em μmol de *Trolox* equivalente por grama de amostra em base seca ($\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ BS).

2.5 Avaliação sensorial das pipocas

Para a avaliação sensorial as amostras de pipoca das formulações PPC, PP1, PP2, PP3 e PP4 foram apresentadas a 70 avaliadores, em copos plásticos codificados com 3 dígitos, em cabines individuais com luz branca, conforme procedimentos descritos por Stone e Sidel (2004).

Inicialmente, foi solicitado aos avaliadores que avaliassem a cor de cada produto e marcassem em uma ficha CATA (*check-all-that-apply*) contendo 13 opções de sabores, quais eram associados com cada amostra. Cada provador poderia marcar 1 ou mais opções de cada sabor para cada amostra avaliada. A lista de sabores foi elaborada com base em pipocas de micro-ondas disponíveis no mercado consumidor brasileiro, sendo os seguintes: bacon, barbecue, calabresa, caramelo, chocolate, doce de leite, *light*, manteiga, mostarda, natural, picante, queijo e salame. O questionário CATA foi elaborado conforme recomendações de Ares e Jaeger (2015), com aleatorização da ordem de apresentação dos sabores.

Após a análise visual, os participantes provaram as amostras e avaliaram a aceitação quanto aos atributos cor, textura, aroma e impressão global, utilizando uma escala hedônica com 9 pontos, sendo 1: desgostei extremamente, 2: desgostei muito, 3: desgostei regularmente, 4: desgostei ligeiramente, 5: indiferente, 6: gostei ligeiramente, 7: gostei regularmente, 8: gostei muito, 9: gostei extremamente. Por último, foi questionada a frequência de consumo de pipoca de micro-ondas e se o avaliador considera importante a substituição de corantes artificiais por corantes naturais extraídos de plantas em produtos alimentícios. A avaliação sensorial teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de São João del-Rei (CAAE 20920919.9.0000.5151 2019, número do Parecer: 3.685.164).

2.6 Análise Estatística

Os dados obtidos das análises químicas e teste de aceitação sensorial foram tabulados e avaliados por estatística descritiva e Análise de Variância (ANOVA) com comparação das médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o *software* SISVAR 5.6 (DEX-UFLA). Os dados obtidos do questionário CATA foram avaliados pelo Teste Q de Cochran, Teste de McNemar e análise de coordenadas principais (PCO), utilizando o *software* XLSTAT, versão 2017.4 (Addinsoft, Nova York, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Valores de cor e bixina no extrato

Os parâmetros de cor do extrato de bixina corresponderam a $L^* 25,7 \pm 0,12$, $a^* 15,5 \pm 0,28$ e $b^* 8,7 \pm 0,32$. Verificou-se, em testes prévios, que concentrações maiores que 12,5% de sementes de urucum trituradas não são viáveis por ocorrer acúmulo excessivo de borra sobre o papel durante a filtragem, dificultando o processo e desperdiçando amostra.

Em relação ao teor de bixina, a quantificação nas sementes correspondeu a $4,42 \pm 0,32\%$. De acordo com Castro et al. (2009) a concentração de bixina nas sementes é de cerca de 5,0%, semelhante ao encontrado nas sementes utilizadas nessa pesquisa, variando conforme a localização geográfica, condições climáticas, tratamentos culturais, e variedade da planta. Carvalho et al. (2010) analisaram a concentração de bixina em sementes de urucum da coleção do Instituto Agronômico e encontraram valores entre $3,12 \pm 0,06\%$ a $6,26 \pm 0,06\%$, sendo a maioria das amostras variando de 3 a 4%. Majolo et al. (2013) ao verificarem a atividade antibacteriana "*in vitro*" de diferentes acessos de sementes de urucum e sua relação com o teor de bixina presente nas sementes, observou que o acesso de Maringá/PR foi o mais eficiente na atividade antibacteriana, o qual apresentou o maior teor de bixina (3,11% de bixina), seguido pelo extrato do acesso de Eldorado do Sul/RS (1,33% de bixina) e o de Arroio do Meio/RS (1,23% de bixina).

As condições de extração de bixina em óleo de soja definidas na presente pesquisa (12,5 g de semente triturada/100 g de óleo de soja, com agitação por 1 h a 250 RPM a 50 °C) permitiu obter um índice de extração de bixina das sementes correspondente a $85,16\% \pm 0,32\%$, valor que pode ser considerado adequado, uma vez que não foram utilizados solventes como clorofórmio ou acetona na extração, os quais poderiam solubilizar melhor a bixina. Também deve ser ressaltado que parte da bixina permanece na fração retida (borra) durante a filtração, justificando a perda parcial de bixina.

3.2 Efeitos da adição do extrato de bixina na qualidade das pipocas

O ICE da pipoca é um parâmetro que influencia diretamente as características sensoriais do produto, principalmente em relação a crocância (Miranda et al., 2011). Verificou-se na presente pesquisa que o ICE das formulações avaliadas variou de $35,7 \pm 0,3$ mL/g a $37,3 \pm 0,2$ mL/g, estando em acordo com a Instrução Normativa 61/2011 (Brasil, 2011) que estabelece o mínimo de 30 mL/g

para o milho de pipoca. Dessa forma, pode-se afirmar que a adição do extrato de bixina não interferiu no ICE das pipocas estudadas.

Em relação a cor, verificou-se diferenças pequenas na luminosidade (L^*) e na intensidade do verde ($-a^*$), sendo as principais alterações observadas na intensidade do amarelo ($+b^*$). Quanto maior a adição do extrato de bixina nas pipocas maior foi a intensidade da cor amarela ($p < 0,05$), conforme apresentado na Tabela 2, o que é explicado pela maior concentração de bixina nas amostras.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos parâmetros de cor L^* a^* b^* e atividade antioxidante (AA) nas diferentes formulações de pipoca de micro-ondas.

Formulações	L^*	$-a^*$	$+b^*$	AA ($\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ BS)
PPC	85,7 \pm 1,4 ^a	-1,20 \pm 0,51 ^a	16,5 \pm 0,9 ^d	5,22 \pm 0,23 ^a
PP1	86,4 \pm 2,5 ^a	-1,28 \pm 0,20 ^a	17,6 \pm 0,7 ^c	4,20 \pm 0,91 ^a
PP2	85,1 \pm 0,8 ^{ab}	-1,39 \pm 0,26 ^a	18,5 \pm 0,8 ^b	4,16 \pm 0,44 ^a
PP3	81,3 \pm 1,9 ^b	-1,40 \pm 0,63 ^a	18,9 \pm 0,5 ^b	4,94 \pm 0,68 ^a
PP4	83,4 \pm 2,0 ^{ab}	-2,66 \pm 0,88 ^b	22,4 \pm 0,7 ^a	4,71 \pm 1,01 ^a

AA= atividade antioxidante. PPC= formulação controle, sem adição de extrato de bixina, PP1= formulação adicionada de 1,25 g de extrato, PP2= formulação adicionada de 2,5 g de extrato, PP3= formulação adicionada de 3,75 g de extrato, PP4= formulação adicionada de 5 g de extrato. Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna demonstram haver diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. L^* significa luminosidade, $-a^*$ coordenada verde e $+b^*$ coordenada amarelo.

A atividade antioxidante não apresentou diferença ($p > 0,05$) entre as formulações avaliadas, conforme apresentado na Tabela 2, demonstrando que o extrato de bixina nas concentrações estudadas não aumentou a atividade antioxidante das pipocas conforme era esperado. Já outros autores destacaram as propriedades antioxidantes da bixina, conforme relatado por Garcia et al. (2012) que, ao estudar bixina e norbixina em produtos cárneos observou que a primeira apresenta destacado efeito antioxidante, reduzindo a formação de hidroperóxidos em triacilglicerídeos oxidados pela luz e que, além da função corante, também pode ser utilizada pela indústria como um antioxidante natural.

Moreira et al. (2014) também constataram uma alta capacidade de inibição de radicais livres em amostras de urucum com 0,17 \pm 0,01% a 4,83 \pm 0,61% de bixina. Abayomi et al. (2014), analisando a atividade antioxidante *in vitro* do extrato de bixina relataram um sequestro de radicais livres 7,4% maior quando comparado ao ácido ascórbico utilizado como padrão na análise.

Logo, acredita-se que a atividade antioxidante não apresentou diferenças significativas na pipoca devido a concentração de bixina adicionada nas formulações serem baixas (equivalente a 4,75 a 19 mg de bixina/100 g do produto, respectivamente) já que a pipoca não permitiu maior adição do extrato, uma vez que poderia descaracterizar o produto ao conferir uma coloração exageradamente amarelada. Outra hipótese é que a bixina pode ter sido parcialmente degradada quando foi submetida a alta temperatura para estouro dos grãos, uma vez que carotenoides são

sensíveis a processamentos térmicos (Maiani et al., 2009). Tais hipóteses devem ser investigadas em trabalhos posteriores.

3.3 Avaliação Sensorial

Dos 70 avaliadores que participaram da análise sensorial, 40% relataram consumir pipoca de micro-ondas ao menos 1 vez no mês, 11,4% consomem ao menos 1 vez na semana, 10% consomem mais de 1 vez na semana e 38,6% não costumam consumir. Quando questionados sobre a importância da utilização de um corante natural em substituição a um corante artificial, 58,6% consideraram muito importante, 32,9% consideraram importante, 2,9% não consideraram ser importante e 5,7% não souberam opinar. Conforme revisado por Sigurdson, Tang e Giusti (2017), os corantes naturais possuem uma melhor percepção em termos de aceitação pelos consumidores, quando comparados aos sintéticos. Na presente pesquisa também foi evidenciado tal comportamento, onde 91,5% dos provadores demonstraram uma percepção positiva sobre a substituição de corantes alimentícios artificiais pelos naturais.

Os resultados da aceitação sensorial demonstraram que a adição dos extratos de urucum não alterou ($p>0,05$) o aroma das pipocas, com nota correspondendo ao termo gostei moderadamente. Em relação a cor, embora visualmente as pipocas tenham apresentado grande diferença na intensidade do amarelo, conforme pode ser visto na Figura 2, não houve diferença quanto a aceitação das formulações ($p>0,05$) sendo todas bem aceitas, com notas variando de “gostei moderadamente” a “gostei muito” conforme apresentado na Tabela 04.

Tabela 04: Médias obtidas na análise sensorial de pipocas de micro-ondas adicionadas de extrato de bixina em diferentes concentrações

Amostras	Parâmetros*			
	Cor	Textura	Aroma	Impressão Global
PPC	7,20 ^a	6,67 ^b	6,81 ^a	7,02 ^b
PP1	7,24 ^a	7,11 ^{ab}	7,22 ^a	7,24 ^{ab}
PP2	7,38 ^a	7,44 ^a	6,87 ^a	7,32 ^{ab}
PP3	7,41 ^a	7,10 ^{ab}	7,07 ^a	7,17 ^{ab}
PP4	7,47 ^a	7,31 ^a	7,02 ^a	7,48 ^a

PPC= formulação controle, sem adição de extrato de bixina, PP1= formulação adicionada de 1,25 g de extrato de bixina, PP2= formulação adicionada de 2,5 g de extrato, PP3= formulação adicionada de 3,75 g de extrato, PP4= formulação adicionada de 5 g de extrato. Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna demonstram haver diferença significativa ($p< 0,05$) entre as amostras.

Quanto ao atributo de textura, houve diferença ($p < 0,05$) ao comparar PPC com as amostras PP2 e PP4, sendo obtida maior nota para PPC, enquanto para a análise de impressão global, apenas PPC e PP4 diferiram entre si, com maior nota para PP4. As demais amostras não diferiram. Tais resultados não apresentam relevância em termos práticos e os produtos formulados foram bem aceitos tanto para o atributo textura quanto para a impressão global.



Figura 02: Amostras codificadas para análise sensorial. Da esquerda para a direita: PPC, PP1, PP2, PP3 e PP4. As amostras foram servidas de modo aleatório para os provadores. PPC= formulação controle, sem adição de extrato de bixina, PP1= formulação adicionada de 1,25 g de extrato, PP2= formulação adicionada de 2,5 g de extrato, PP3= formulação adicionada de 3,75 g de extrato, PP4= formulação adicionada de 5 g de extrato.

Em relação a associação das formulações com possíveis sabores, o teste Q de Cochran demonstrou que os sabores bacon, barbecue, calabresa, caramelo, chocolate e doce de leite não foram capazes de diferenciar as amostras avaliadas ($p > 0,05$) e por isso não possuíram relevância para os tratamentos estudados. Através do teste de comparação múltipla de McNemar verificou-se que os sabores *light* e natural foram associados com a PPC, sendo efetivos para diferenciar tal amostra das demais ($p < 0,05$). Isso indica que tais sabores não são recomendados para uma possível comercialização das pipocas adicionadas de extrato de bixina, sendo mais adequados para a pipoca controle (PPC).

Por outro lado, as amostras PP2, PP3 e PP4 foram relacionadas ($p < 0,05$) com os sabores manteiga, queijo, picante e mostarda, diferindo da amostra controle, demonstrando que tais sabores podem ser congruentes com as cores das pipocas estudadas. O sabor bacon, apesar de não ser capaz de diferenciar as amostras, foi associado com todas as pipocas das formulações adicionadas de extrato de bixina, sendo também recomendado para aplicação em futuros estudos ou comercialização das formulações estudadas. As associações dos tratamentos com os sabores das pipocas podem ser visualizadas na Figura 03.

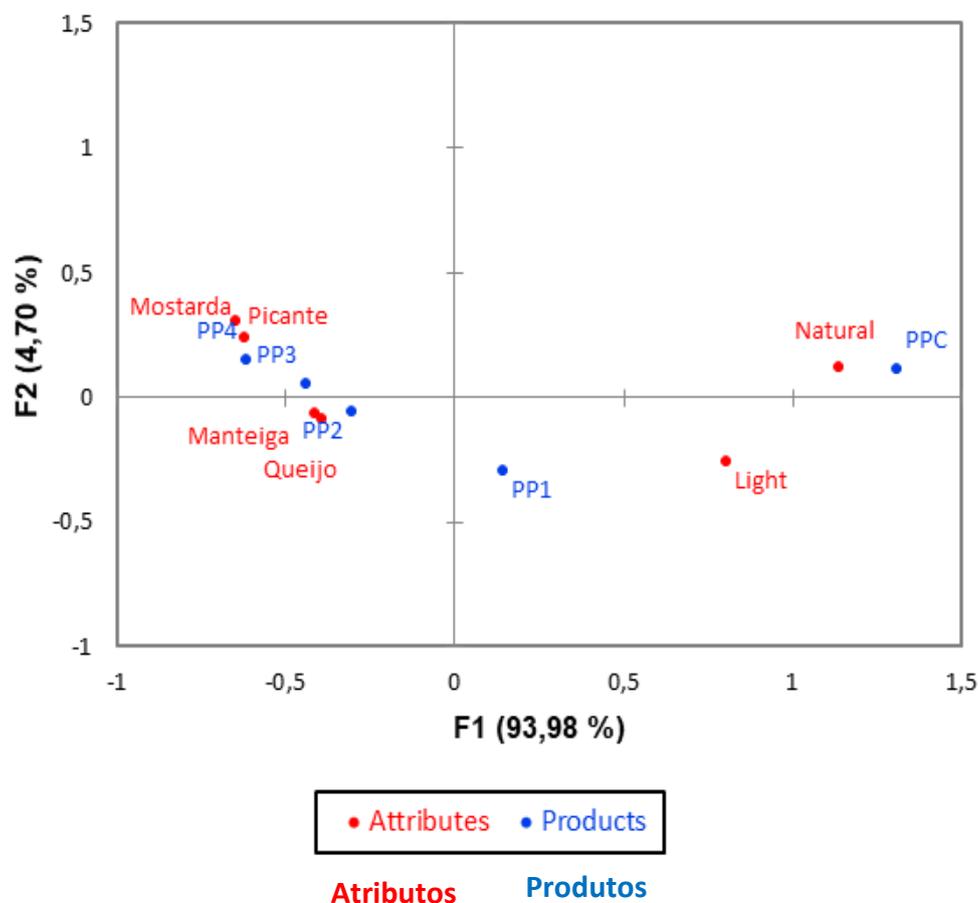


Figura 03: Representação das amostras de pipoca elaboradas com diferentes teores de extrato de bixina (PPC, PP1, PP2, PP3 e PP4) e atributos (sabores) na primeira e segunda dimensão. PPC= formulação controle, sem adição de extrato de bixina, PP1= formulação adicionada de 1,25 g de extrato, PP2= formulação adicionada de 2,5 g de extrato, PP3= formulação adicionada de 3,75 g de extrato, PP4= formulação adicionada de 5 g de extrato.

4 CONCLUSÕES

As sementes de urucum são fontes de bixina que pode ser extraída em óleo de soja com bom rendimento (85,16%). A adição de tal extrato como corante natural na formulação de pipoca de micro-ondas é viável, não alterando as características de expansão das pipocas. Os maiores níveis de adição do extrato produzem pipocas com maior intensidade amarela (+b*). Todas as formulações avaliadas foram bem aceitas sensorialmente. Para a comercialização dos produtos, recomenda-se a adição dos sabores bacon em todas as formulações adicionadas de extrato de bixina, uma vez que foi observada tal associação no teste CATA. Já as formulações PP2, PP3 e PP4 também podem ser comercializadas com os sabores manteiga, queijo, picante e mostarda. Essa pesquisa demonstra uma aplicação prática para a produção de um corante natural e afirma o seu potencial para formulação e comercialização de pipocas de micro-ondas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsa de iniciação científica pela Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPE) da Universidade Federal de São João del-Rei (PIBIC 004/2018/PROPE).

REFERÊNCIAS

- Abayomi, M., Adebayo, A. S., Bennett, D., Porter, R., Shelly-Campbell, J. (2014). In vitro antioxidant activity of *Bixa orellana* (Annatto) seed extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4 (2): 101-106. doi: 10.7324/JAPS.2014.40216
- Ali, S. S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., & Bora, U. (2008). Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food research international*, 41(1), 1-15. doi: 10.1016/j.foodres.2007.10.001
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (2007). Considerações sobre o corante amarelo tartrazina. Informe Técnico nº 30, de 24 de julho de 2007. Recuperado de: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/30_240707.htm.
- Ares, G., & Jaeger, S. R. (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome. In *Rapid sensory profiling techniques* (pp. 227-245). Woodhead Publishing. doi: 10.1533/9781782422587.2.227
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- BRASIL (1997). *Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. Portaria nº. 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificações e emprego. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BRASIL (2011). *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Instrução Normativa nº. 61 de 22 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico do Milho Pipoca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília.
- Brilhante, S. E. T., Valdevino, F. S., Neto, F. O., Silva, F., Bertini, L. M., & Alves, L. A. (2015). Evaluation of vegetable extracts from the semi-arid as natural pH indicator. *Holos*, 1, 3-12. doi: 10.15628/holos.2015.1868
- Carvalho, P. R. N., Silva, M. G. D., Fabri, E. G., Tavares, P. E. D. R., Martins, A. L. M., & Spatti, L. R. (2010). Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônômico (IAC). *Bragantia*, 69(3), 519-524. doi: 10.1590/S0006-87052010000300002
- Castro, C. B., Martins, C. S., Falesi, I. C., Nazaré, R. F. R., Kato, O. R., Benchimol, R. L., & Maues, M. M. (2009). A cultura do urucum/Embrapa Amazônia Oriental. rev. *Embrapa Informação Tecnológica*, Brasília. 61p.

- Garcia, C. E. R., Bolognesi, V. J., Dias, J. D. F. G., Miguel, O. G., & Costa, C. K. (2012). Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. *Ciência Rural*, 42(8), 1510-1517. doi: 10.1590/S0103-84782012000800029
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58. doi: 10.1016/j.tifs.2016.09.007
- Honorato, T. C., da Silva, E. B., Pereira, T. P., & do Nascimento, K. D. O. (2013). Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(5), 01-11.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p.
- Kranz, S., Dodd, K. W., Juan, W. Y., Johnson, L. K., & Jahns, L. (2017). Whole grains contribute only a small proportion of dietary fiber to the US diet. *Nutrients*, 9(2), 153. doi: 10.3390/nu9020153
- Maiani, G., Periago Castón, M. J., Catasta, G., Toti, E., Cambrodón, I. G., Bysted, A., ... & Böhm, V. (2009). Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular nutrition & food research*, 53(S2), S194-S218. doi: 10.1002/mnfr.200800053
- Majolo, C., Carvalho, H. H., & Wiest, J. M. (2013). Atividade antibacteriana "in vitro" de diferentes acessos de urucum (*Bixa orellana* L.) e sua relação com o teor de bixina presente nas sementes. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 31(1). doi: 10.5380/cep.v31i1.32708
- Miranda, D. S., da Silva, R. R., Tanamati, A. A. C., Cestari, L. A., Madrona, G. S., & Scapim, M. R. (2011). Avaliação da qualidade do milho-pipoca. *Revista Tecnológica*, 13-20.
- Moreira, V. S., Rebouças, T. N. H., de Moraes, M. O. B., São José, A. R., & da Silva, M. V. (2014). Atividade antioxidante de urucum (*Bixa orellana* L.) In natura e encapsulado. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 15(2), 201-209.
- Neves, M. I. L., Silva, E. K., & Meireles, M. A. A. (2019). Trends and challenges in the industrialization of natural colorants. *Food Public Health*, 9(2), 33-44. doi: 10.5923/j.fph.20190902.01
- Oliveira, G. H. F., Murray, S. C., Júnior, L. C. C., de Lima, K. M. G., de Morais, C. D. L. M., de Almeida Teixeira, G. H., & Môro, G. V. (2020). Estimation and classification of popping expansion capacity in popcorn breeding programs using NIR spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 91, 102861. doi: 10.1016/j.jcs.2019.102861
- Pereira Filho, I. A.; Cruz, J. C.; Pacheco, C. A. P. (2015). Milho de Pipoca. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Online. Recuperado de: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>
- Sigurdson, G. T., Tang, P., & Giusti, M. M. (2017). Natural colorants: Food colorants from natural sources. *Annual review of food science and technology*, 8, 261-280. doi: 10.1146/annurev-food-

030216-025923

Stone, Herbert; Sidel, Joel L. *Sensory Evaluation Practices* (2004). Third Edition (Food Science and Technology). Redwood City: Academic Press. 3Ed.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. (2011) 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 161 p.

Zabaleta, I., Negreira, N., Bizkarguenaga, E., Prieto, A., Covaci, A., & Zuloaga, O. (2017). Screening and identification of per-and polyfluoroalkyl substances in microwave popcorn bags. *Food chemistry*, 230, 497-506. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.03.074

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Trombete, F. M., Chamone, M. E. R, Oliveira, A. A. S., Miguel, R. A., Queiroz, V. A. V. (2020). Extrato de bixina de sementes de urucum como corante natural na formulação de pipoca de micro-ondas: avaliação e efeitos na qualidade. *Holos*. 36(6), 1-13.

SOBRE OS AUTORES

F. M. TROMBETE

Professor no Departamento de Engenharia de Alimentos da UFSJ Campus Sete Lagoas. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Professor de Tecnologia de Cereais. E-mail: trombete@ufsj.edu.br
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8590-4142>

M. E. R. CHAMONE

Discente de Engenharia de Alimentos na UFSJ. E-mail: meirybmx@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4847-9308>

A. A. S. OLIVEIRA

Discente de Engenharia de Alimentos. E-mail: desa3m@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0574-9753>

R. A. MIGUEL

Técnico na Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: rafael.miguel@embrapa.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0151-1905>

V. A. V. QUEIROZ

Pesquisadora na Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: valeria.vieira@embrapa.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0156-9827>

Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento

Pareceristas Ad Hoc: Emanuel Neto Oliveira e Luís Gomes Moura Neto

