

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR PROCESSOS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS ATIVAS

Maria Eduarda Sério (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Mônica Regina da Silva Scapim
(Orientador), Marina Melliny Guimarães de Freitas. E-mail:
mariaaserio@hotmail.com

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Ciências Agrárias/Engenharia de Alimentos

Palavras-chave: Antioxidantes naturais, solventes verdes, biopolímero.

RESUMO

Os solventes eutéticos profundos (DES) vem sendo utilizados para a extração de compostos bioativos de plantas. O objetivo deste trabalho foi a elaboração de DES para extração de antioxidantes naturais aplicados em embalagens biodegradáveis ativas. Os DES foram preparados pela mistura do aceitador de hidrogênio (cloreto de colina) e o doador de hidrogênio (ácidos cítrico e láctico). A capacidade antioxidante dos extratos da flor do ipê roxo foi determinada pelos métodos ABTS, DPPH, FRAP, teor de fenólicos e flavonoides totais. Os filmes foram produzidos por *casting*, pelas soluções com água destilada como diluente e extrato ou glicerol como plastificante. Os maiores valores para capacidade antioxidante foram obtidos nos ensaios 5 e 6 (Cloreto de colina: Ácido láctico) (30-50%), nas análises de ABTS e FRAP ($150,20 \pm 1,48$ e $94,20 \pm 2,24$ $\mu\text{g mol ET.g}^{-1}$). As amostras com ácido láctico se apresentaram mais fluidas, o que aumenta o rendimento dos compostos ativos. A adição do extrato-DES aumentou a resistência à tração e a rigidez dos filmes quando comparados ao filme com glicerol, mas reduziu o alongamento na ruptura. O aumento de água destilada adicionada no preparo dos DES só impactou significativamente o PVA dos filmes em relação aos controles (F1 e F2), quando adicionada uma porcentagem de 50% de água. Além disso, os filmes apresentaram boa capacidade antioxidante.

INTRODUÇÃO

Os solventes eutéticos profundos são obtidos por meio de dois ou mais compostos, um deles possui a função de doador de hidrogênio e outro como receptor de hidrogênio. Sua principal característica é o grande abaixamento do ponto de fusão da mistura em relação ao ponto de fusão da solução ideal (ABBOT et al., 2003). A aplicação de compostos bioativos em embalagens ativas pode prevenir a oxidação de lipídeos, proteínas e vitaminas presentes em alimentos (ROMAN et al., 2016). Diante disso, este trabalho tem como objetivo a elaboração de DES para extração de compostos bioativos vegetais e aplicação em filmes biodegradáveis ativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo e síntese dos Solventes Eutéticos Profundos (DES)

Os DES foram preparados conforme a Tabela 1. Posteriormente, foram sintetizados em ultrassom à 60°C por 60 minutos.

Tabela 1: Sintetize dos solventes eutéticos profundos (DES).

Número	Solventes eutéticos profundos	(%) água destilada	Razão molar
Controle	Água destilada	100	1:1
DES-1	Cloreto de colina: Ácido cítrico	25	1:1
DES-2	Cloreto de colina: Ácido cítrico	30	1:1
DES-3	Cloreto de colina: Ácido cítrico	50	1:1
DES-4	Cloreto de colina: ácido láctico	25	1:1
DES-5	Cloreto de colina: ácido láctico	30	1:1
DES-6	Cloreto de colina: ácido láctico	50	1:1

Obtenção do extrato e determinação da capacidade antioxidante

A flor do Ipê Roxo (*Handroanthus impetiginosus*) foi obtida na cidade de Maringá-PR. Depois de desidratada, pesou-se 1g da amostra e adicionou 10mL de cada DES, exceto para a amostra controle (adição de água destilada). Depois, os extratos foram colocados em ultrassom a 60°C por 60 minutos, centrifugados e filtrados.

A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos ABTS, DPPH, FRAP, teor de fenólicos totais e flavonoides totais.

Propriedades físicas dos DES

O pH foi determinado usando um pHmetro, a densidade foi medida com picnômetros e a viscosidade com viscosímetro de Stokes.

Preparo dos filmes

Foi empregada a metodologia de *casting*. As soluções foram preparadas com adição de 290 ml de água destilada (F2, F3 e F4) e 300 ml para a amostra controle sem glicerol (F1). Depois, adicionou-se 5 ml de extrato (F2 e F3) e 5 ml de glicerol para a amostra controle com glicerol (F4). Posteriormente, solubilizou-se 9 g de gelatina incolor em placa aquecedora a 25°C por 10 minutos. A solução filmogênica foi submetida a secagem em estufa com circulação forçada de ar à 30°C por 20 horas. A análise de Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA) foi realizada de acordo com a *American Society for Testing and Material* (ASTM E96 – 95, 2000), e os ensaios de tração foram realizados em texturômetro Stable MicroSystem, empregando-se metodologia baseada na norma ASTM D-882-91.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três combinações (Cloreto de colina: Ácido láctico) nas proporções 25, 30 e 50% (água destilada) obtiveram diferença significativa entre as demais, porém os maiores valores para capacidade antioxidante foram obtidos nos ensaios 5 e 6 (Cloreto de colina: Ácido láctico) (30-50%), principalmente nas análises de ABTS e FRAP. Desta forma, A seleção dos DES adequados foi essencial para melhorar a eficiência de extração de substâncias bioativas.

Tabela 2. Valores médios ABTS, DPPH, FRAP (μg Trolox/g de amostra), teor de compostos fenólicos (mg EAG/ g de amostra) e flavonoides totais (mg EQ/ g de amostra).

Ensaio Totais	ABTS	DPPH	FRAP	Fenólicos Totais	Flavonoides
0	21,51 ^c $\pm$ 0,15	21,41 ^b $\pm$ 0,10	11,31 ^c $\pm$ 0,14	9,89 ^b $\pm$ 0,17	9,69 ^a $\pm$ 0,22
2	5,94 ^e $\pm$ 1,00	21,91 ^a $\pm$ 0,13	2,89 ^e $\pm$ 0,68	6,35 ^c $\pm$ 1,03	2,77 ^c $\pm$ 0,12
3	16,65 ^d $\pm$ 1,54	21,67 ^{ab} $\pm$ 0,07	3,71 ^e $\pm$ 0,77	8,70 ^b $\pm$ 1,34	1,74 ^d $\pm$ 0,07
4	24,36 ^c $\pm$ 0,12	21,84 ^a $\pm$ 0,18	9,27 ^d $\pm$ 0,16	12,28 ^a $\pm$ 0,26	3,19 ^c $\pm$ 0,60
5	150,20 ^a $\pm$ 1,48	21,75 ^{ab} $\pm$ 0,13	86,28 ^b $\pm$ 3,88	10,58 ^{ab} $\pm$ 1,10	5,69 ^b $\pm$ 0,18
6	78,40 ^b $\pm$ 2,11	21,60 ^{ab} $\pm$ 0,17	94,20 ^a $\pm$ 2,24	11,76 ^a $\pm$ 0,30	6,27 ^b $\pm$ 0,19

*Valores com letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras com um nível de significância de 95% ($p > 0,05$).

As densidades não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) (Tabela 3). As amostras com ácido láctico se apresentaram mais fluidas ao compará-las com ácido cítrico. Segundo Lanjekar et al. (2021), a baixa viscosidade dos DES resulta em maior transferência de massa, o que aumenta o rendimento dos compostos ativos, como é observado na Tabela 2. Portanto, os DES com cloreto de colina: ácido láctico foi selecionado para a aplicação em filmes biodegradáveis (Figura 1).

Tabela 3. Valores das análises de Densidade (g/ml) e Viscosidade (mPa.s) e pH.

Amostras DES	Densidade (g/ml)	Viscosidade (mPa.s)	pH
1	1,40 ^a $\pm$ 0,11	64,03 ^a $\pm$ 0,93	0,79 ^d $\pm$ 0,05
2	1,39 ^a $\pm$ 0,11	20,49 ^b $\pm$ 0,32	1,02 ^c $\pm$ 0,03
3	1,36 ^a $\pm$ 0,13	4,49 ^c $\pm$ 0,08	1,19 ^b $\pm$ 0,03
4	1,20 ^a $\pm$ 0,09	1,50 ^d $\pm$ 0,02	2,14 ^a $\pm$ 0,01
5	1,22 ^a $\pm$ 0,11	1,47 ^d $\pm$ 0,02	2,15 ^a $\pm$ 0,01
6	1,22 ^a $\pm$ 0,10	1,33 ^d $\pm$ 0,02	2,17 ^a $\pm$ 0,00

*Valores com letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras com um nível de significância de 95% ($p > 0,05$).

Nas análises de ABTS e FRAP, a formulação apresentaram maior capacidade antioxidante de $36,30 \pm 2,92$ e $13,17 \pm 1,00 \mu\text{g mol ET.g}^{-1}$, para ABTS e FRAP respectivamente.

Em relação aos filmes, a adição do extrato-DES aumentou a resistência à tração e a rigidez dos filmes biodegradáveis ativos quando comparados ao filme controle com glicerol, mas reduziu o alongamento na ruptura (Tabela 4). O aumento da adição de água destilada no preparo dos DES só impactou significativamente o PVA dos filmes em relação aos controles (F1 e F2), quando adicionada uma porcentagem de 50% de água.

Tabela 4: Resultados de Permeabilidade ao vapor de Água (PVA) dos filmes e das propriedades mecânicas dos filmes.

	PVA (g.mm.dia ⁻¹ .m ⁻² .Pa ⁻¹)	Res. Max Rup. (Mpa)	Alongamento na ruptura (%)	Módulo de Young (MPa)
F1	3,200.10 ⁻¹¹ c ± 1,844.10 ⁻¹²	74,83 ^a ± 14,95	103,96 ^c ± 1,34	2225,50 ^a ± 359,39
F2	2,015.10 ⁻¹⁰ a ± 5,919.10 ⁻¹²	1,60 ^d ± 0,14	180,13 ^a ± 0,20	3,31 ^d ± 0,43
F3	4,123.10 ⁻¹¹ bc ± 8,454.10 ⁻¹²	3,47 ^c ± 0,37	69,29 ^d ± 8,05	11,93 ^c ± 2,87
F4	6,742.10 ⁻¹¹ b ± 2,215.10 ⁻¹¹	11,88 ^b ± 2,22	144,05 ^b ± 12,99	104,77 ^b ± 21,68

*Valores com letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras com um nível de significância de 95% (p > 0,05).

CONCLUSÕES

Foi possível produzir solventes eutéticos profundos (DES) para extração de antioxidantes da flor do ipê roxo. Os DES (Cloreto de colina: ácido láctico) adições de 30 e 50% de água destilada, apresentaram as melhores propriedades físicas e maior eficiência na extração de compostos antioxidantes. Em relação aos filmes, a adição do extrato-DES aumentou a resistência à tração e a rigidez dos filmes quando comparados ao filme controle com glicerol, mas reduziu o alongamento na ruptura. O aumento da adição de água destilada nos DES só impactou significativamente o PVA dos filmes em relação aos controles, quando adicionada uma porcentagem de 50% de água. Além disso, os filmes apresentaram boa capacidade antioxidante.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq, a UEM, a minha orientadora Mônica Scapim.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, A. P. et al. Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. **Chemical Communications**, v. 1, n. 1, p. 70–71, 19 dez. 2003.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test methods for water vapor transmission of material – E-96-95**, Philadelphia: ASTM, 1995.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Test methods for tensile properties of thin plastic sheeting - D-882-91. **Annual book of ASTM**. Philadelphia: ASTM, 1996.
- LANJEKAR, Kavita J.; RATHOD, Virendra K. Green extraction of Glycyrrhizic acid from Glycyrrhiza glabra using choline chloride based natural deep eutectic solvents (NADESS). **Process Biochemistry**, v. 102, n. 1, p. 22-32, 2021.
- ROMAN, M. J.; DECKER, E. A.; GODDARD, J. M. Biomimetic polyphenol coatings for antioxidant active packaging applications. **Colloid and Interface Science Communications**, v.13, n. 1, p.10-13, 2016.