



XXI Congresso Brasileiro
de Engenharia Química

Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o
Ensino de Engenharia Química
Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE TALOS DE BETERRABA VERMELHA COMO FONTE DE CORANTE NATURAL

C. D. dos SANTOS¹, B. L. FONTANA¹, A. S. CASSINI¹, L. D. F. MARCZAK¹ e I. C. TESSARO¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: claudiadestro@hotmail.com

RESUMO – Muitos resíduos gerados pela agro-indústria são ricos em nutrientes e compostos bioativos. Os talos de beterraba vermelha são um exemplo de resíduo com potencial a ser explorado, uma vez que possuem pigmentos naturais, as betalaínas. Este trabalho tem como objetivo avaliar o emprego dos talos de beterraba como fonte de betalaínas. Verificou-se a composição mássica da planta de beterraba (bulbos, talos e folhas), o rendimento da extração via esmagamento e a estabilidade das betalaínas em extratos e em talos armazenados sob refrigeração. Os resultados mostraram que os talos representam em torno de 30% da composição mássica da planta e, pelo esmagamento, 62% das betalaínas presentes nos talos foram extraídas. Devido às alterações na estabilidade dos pigmentos, verificou-se que a forma mais adequada de armazenamento é dependente do tempo. Por fim, os talos de beterraba possuem quantidades expressivas de betalaínas o que justifica a sua utilização como fonte desse corante natural.

Palavras-chave: betalaínas, talos de beterraba, resíduos, extração, corante natural.

1. INTRODUÇÃO

A beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil. Ao longo da década de 2000 foi observado um crescimento na demanda brasileira para o consumo de beterrabas *in natura*, bem como do número de beterrabas utilizadas na fabricação de conservas industriais, alimentos infantis e corantes (Tivelli *et. al.*, 2011). Contudo, a beterraba é um alimento comumente subutilizado, uma vez que apenas o bulbo, considerado a parte nobre, é utilizado para a alimentação humana. A utilização integral dos alimentos (talos, cascas, sementes, entre outros) contribui para um melhor aproveitamento dos alimentos e é considerada uma alternativa para enriquecer a alimentação diária com nutrientes e compostos funcionais, como os pigmentos naturais.

Além de todos os benefícios provenientes da composição nutricional da beterraba vermelha e da presença dos compostos fenólicos, os pigmentos naturais presentes nesta planta são componentes funcionais, apresentando aplicação na indústria alimentícia. Estes pigmentos naturais, conhecidos como betalaínas, presentes nos bulbos também estão presentes nos talos da planta, e são responsáveis pela coloração vermelho-violeta da beterraba (Stintzing e Carle, 2007).

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO



As betalaínas são pigmentos naturais hidrossolúveis, sendo considerados mais solúveis em água quando comparados às antocianinas (Stintzing *et al.*, 2006). Apesar de apresentarem colorações semelhantes às plantas que possuem antocianinas, diferentemente destas, a coloração dos compostos ricos em betalaínas não é afetada pelo pH do meio (Stintzing e Carle, 2007). A estabilidade da coloração em um meio com pH no intervalo entre 3 e 7 torna particularmente adequada a aplicação de betalaínas para uma ampla faixa de alimentos ácidos e neutros (Stintzing e Carle, 2007). A presença de betalaínas possibilita outras vantagens, além da coloração vermelha, tais como atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, hepatoprotetoras e propriedades antitumorais (Gengatharan *et al.*, 2015; Georgiev *et al.*, 2010).

Considerando o exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização dos talos de beterraba vermelha como fonte de betalaínas, através da quantificação deste composto no extrato obtido por meio de esmagamento e separação; bem como a verificação da estabilidade deste pigmento natural quando armazenado em extratos e nos próprios talos para posterior extração.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As beterrabas vermelhas (*Beta vulgaris* L.) utilizadas neste estudo foram adquiridas na Central de Abastecimento do Rio Grande do Sul (CEASA) em Porto Alegre.

2.1. Composição mássica da planta

A composição em massa da planta beterraba (bulbos, talos e folhas) pode variar durante o ano, devido aos períodos de safra e entressafra, mas, também, devido às condições climáticas (seca, enchentes, vendavais, entre outros). Em função disso, foram realizados dois conjuntos de experimentos distintos para verificar os percentuais mássicos de cada parte da planta em dois momentos diferentes do ano. Na primeira série de experimentos, as plantas estavam visualmente menos desenvolvidas e, na segunda série de experimentos, as plantas estavam visualmente bem desenvolvidas.

As plantas foram higienizadas e separadas em bulbos, talos e folhas. A massa de cada parte foi verificada e os resultados convertidos em percentuais mássicos. Cada série de experimentos foi realizada em triplicata.

2.2. Rendimento da extração via esmagamento

O esmagamento dos talos, previamente sanitizados, foi realizado utilizando uma centrífuga de alimentos (Philips Walitta, modelo RI 1861) seguindo a metodologia de Gonçalves *et al.* (2012).

Como o sumo bruto possui muitas partículas suspensas e pedaços de fibras, optou-se por separar a fração contendo as betalaínas (sobrenadante) por centrifugação, a 6000 rpm, por 12 min, a 4°C (centrífuga Cientec, modelo CT-5000R), e filtrar a vácuo o sobrenadante em filtro de papel (Quanty, tamanho de poro nominal de 25 µm). Os extratos obtidos foram imediatamente armazenados em frascos protegidos da luz e sob refrigeração (4°C) até a realização das análises.

Amostras do bagaço recolhido foram submetidas a uma segunda extração utilizando água destilada, na proporção de 100 g de bagaço para cada 1 L de água destilada, à temperatura ambiente (aproximadamente 20°C), por 10 min, com o auxílio de um misturador mecânico (Fisatom, modelo 715). Essa mistura foi peneirada e o extrato recolhido. O bagaço remanescente foi submetido a mais duas extrações, nas mesmas condições descritas para a segunda extração, para garantir que o máximo de betalaínas fosse retirado dos talos. Ao final do experimento, portanto, os talos haviam sido submetidos a uma extração por esmagamento e a três extrações sólido-líquido, na sequência, quando, então, analisavam-se as concentrações de betalaínas dos extratos.

2.3. Degradação das betalaínas presente nos talos armazenados sob refrigeração

Para a avaliação da degradação das betalaínas presente nos talos (quando estes são armazenados *in natura*, antes da extração), os mesmos foram divididos em 24 grupos com massas semelhantes, armazenados em sacos de polietileno e mantidos sob refrigeração (4°C). Em cada dia, durante oito dias de armazenamento, foi realizada a extração do sumo, por esmagamento, em três grupos de talos distintos (triplicata); suas respectivas concentrações de betalaínas foram determinadas.

2.4. Degradação das betalaínas presente nos extratos armazenados sob refrigeração

Para a avaliação da degradação das betalaínas presente nos extratos, quando estes são armazenados sob refrigeração, os talos foram divididos em três grupos, com massas semelhantes, e cada grupo foi submetido à uma única etapa de extração por esmagamento. Os extratos obtidos foram armazenados em frascos Falcon®, com capacidade de 50 mL, sob refrigeração e ao abrigo da luz. Imediatamente após a extração, e diariamente durante cinco dias, foram verificadas as concentrações de betalaínas dos extratos.

2.5. Determinação do teor de betalaínas

Como a betanina é a betalaína majoritária na beterraba vermelha, as análises para quantificar o teor do pigmento foram realizadas em função da concentração de betanina nos extratos obtidos (mg de betanina / 100 mL de extrato). Para isto, foram realizadas quantificações por espectrofotometria através do método de Nilsson descrito por Stintzing e Carle (2008). Após a análise espectrofotométrica, a concentração de betalaínas era calculada pela seguinte equação:

$$\text{Teor de betalaínas (mg/L)} = A \times DF \times MW \times 1000 / \epsilon \times L \quad (1)$$

em que A é a absorção $\lambda_{\text{máx}}$ (536 nm) corrigido pela absorção a 600 nm; MW representa a massa molar de betanina (g mol^{-1}); DF é o fator de diluição, ϵ é absorvidade molar ($\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$), L é igual ao comprimento de percurso (cm) (Stintzing e Carle, 2008). A fim de facilitar a discussão dos resultados, optou-se por expressar os mesmos em mg / 100 mL.

2.6. Análise estatística

Os dados experimentais foram avaliados pelo teste de análise de variância (ANOVA) e o teste de diferenças entre as médias, teste de Tukey, com o nível de significância de 95%, utilizando-se o software Statistica® 7.0 para Windows (Statistica7.0, Stat Software).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição mássica da planta

A massa de talos em relação à massa da planta de beterraba é um dado importante para avaliar a viabilidade técnica do processo. Os resultados obtidos, em percentuais de massa, para as diferentes partes da planta (bulbo, folhas e talos), observados em dois momentos distintos: (a) plantas visualmente menos desenvolvidas (após um período de seca) e (b) plantas visualmente mais desenvolvidas (no período de safra), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação da composição mássica da beterraba utilizando plantas menos desenvolvidas (a) e plantas mais desenvolvidas (b)

Amostra	Talos (%)	Folhas (%)	Bulbos (%)
(a)	26,6 ± 0,1 ^{bc}	20,2 ± 1,3 ^{cd}	53,3 ± 1,3 ^a
(b)	33,3 ± 3,7 ^b	12,3 ± 2,5 ^d	54,5 ± 6,1 ^a

Na Tabela 1 está apresentada a análise estatística dos resultados obtidos. Como pode ser observado, apesar do desenvolvimento das beterrabas dos dois grupos ter ocorrido de forma diferente, não houve diferença significativa em relação ao percentual mássico para cada parte da planta avaliada. A amostra de beterraba que apresentou menor percentual mássico de talos (26,5 %) fez parte do grupo (a) e a amostra com o maior percentual mássico de talos (37 %) estava no grupo (b).

A partir da análise da Tabela 1 ainda pode-se perceber que, quando as plantas eram menos desenvolvidas, não foi possível observar diferença significativa entre as composições mássicas de talos e folhas. Durante a limpeza das beterrabas, na etapa de preparação das amostras, foi possível observar que os talos das plantas menos desenvolvidas eram mais finos e curtos, quando comparados aos talos das plantas mais desenvolvidas, e os bulbos também eram menores. Logo, quando avaliou-se a constituição do vegetal como um todo, não foi possível verificar diferença significativa na composição da planta.

Considerando que no Brasil foram produzidas 177.154 toneladas de beterraba em 2006 (IBGE, 2009) e que as plantas têm uma composição média de 30 % de talos, pode-se estimar que foram descartadas em torno de 53.146 ton de talos de beterraba somente nesse ano. Com base nestes dados, a geração de talos de beterraba pode ser considerada relevante para justificar a necessidade de estudos para o seu aproveitamento de modo a minimizar problemas de natureza socioeconômica e ambientais.

3.2. Rendimento da extração via esmagamento

Na Figura 1 estão apresentados os resultados do percentual mássico de betalaínas que foi removido em cada etapa de extração em relação ao total extraído no processo.

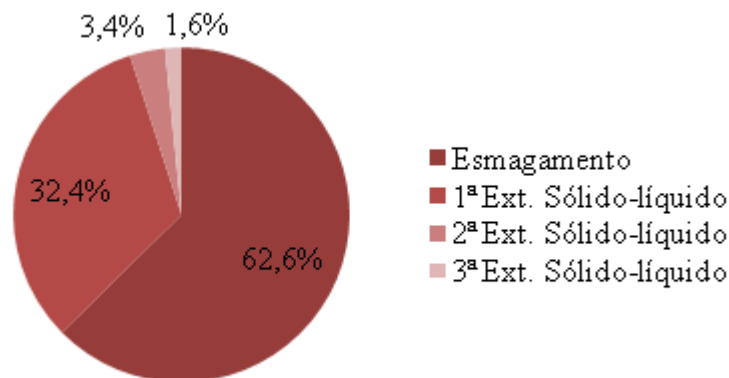


Figura 1 – Percentual mássico médio de betalaínas extraídas dos talos de beterraba em cada etapa de extração: esmagamento, seguido de três extrações sólido-líquido à temperatura ambiente (20°C).

Conforme pode ser observado na Figura 1, na etapa de esmagamento foi extraída a maior quantidade de betalaínas, em torno de 62,6 % das betalaínas presentes nos talos de beterraba; o extrato proveniente desta etapa apresentou concentrações de betalaínas em torno de 30 mg/100 mL. Na primeira etapa de extração sólido-líquido extraiu-se cerca de 30 % da massa de betalaínas presentes nos talos, entretanto, a concentração de betalaínas do extrato proveniente da 1ª extração sólido-líquido não chegou a 2 mg de betanina/100 mL de extrato (o teste foi realizado em triplicata). A partir destes resultados, o esmagamento foi adotado como única etapa de extração de betalaínas dos talos de beterraba.

Segundo Azeredo (2009), os corantes comerciais de beterraba vermelha possuem concentrações de betanina na faixa de 0,3 a 1% (m/m). Com base nessa informação, nos dados de produção de beterrabas no país e nos resultados obtidos, conclui-se que os talos de beterrabas podem ser considerados como uma fonte promissora para a extração de betalaínas.

3.3. Degradação das betalaínas presente nos talos armazenados sob refrigeração

Nesta etapa do trabalho avaliou-se a degradação de betalaínas em talos *in natura* (antes da extração) armazenados sob refrigeração. Na Figura 2. estão apresentados os resultados do teor de betalaínas normalizado, em relação ao teor inicial, em função dos dias de armazenamento.

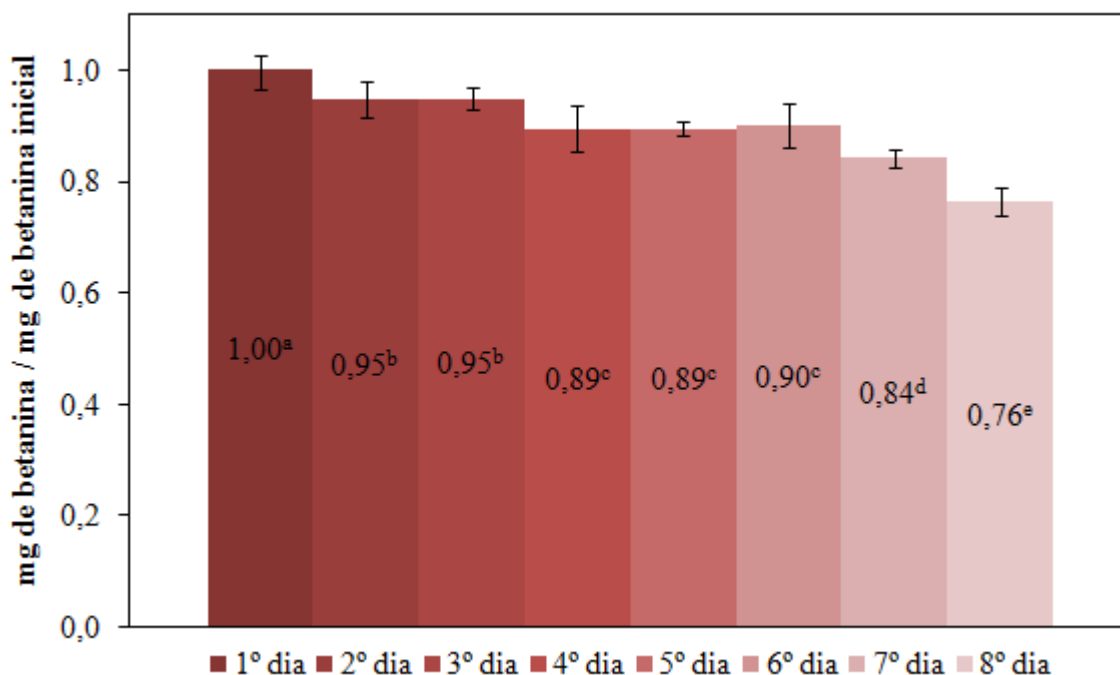


Figura 2 – Variação do teor de betalaínas nos talos de beterraba submetidos ao armazenamento sob refrigeração.

Pela análise dos resultados apresentados na Figura 2, observa-se que há diferença significativa na concentração de betalaínas, ao longo dos dias, para os extratos de talos armazenados sob refrigeração; a taxa de diminuição do teor de betalaínas foi menor no início, mantendo-se constante para o segundo e o terceiro dias, e aumentando levemente para os três dias subsequentes, aumentando significativamente para o sétimo e oitavo dias. Em oito dias de armazenamento, foram degradadas em torno de 24 % das betalaínas presentes nos talos no início do experimento.

3.4. Degradação das betalaínas presente nos extratos armazenados sob refrigeração

A degradação das betalaínas presentes nos extratos submetidos a armazenamento refrigerado está apresentada na Figura 3.

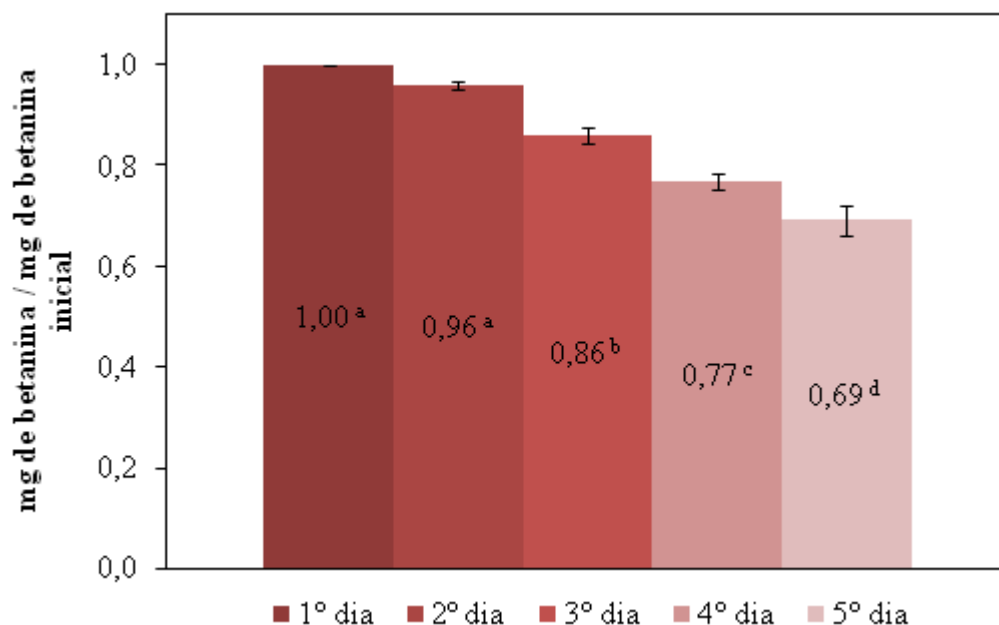


Figura 3 – Variação do teor de betalaínas dos extratos armazenados sob refrigeração em relação ao teor inicial (imediatamente após a extração) durante cinco dias.

A degradação dos extratos foi comprovada estatisticamente apenas a partir do 3º dia de armazenamento, sendo esta, portanto, uma forma de armazenamento eficiente para curtos períodos de tempo. Após cinco dias de armazenamento, entretanto, a degradação das betalaínas foi de 31 %.

Considerando o comportamento da degradação das betalaínas, torna-se necessário basear a escolha da forma de armazenamento, talos ou extrato, de acordo com o tempo que este produto precisará ser armazenado. Se o produto precisa ser armazenado por apenas um dia, não há degradação significativa das betalaínas no extrato; contudo, quando há necessidade de armazenar por uma semana, ocorre menor degradação das betalaínas nos talos.

4. CONCLUSÃO

Os talos de beterraba vermelha representam em torno de 30 % em massa da composição da planta beterraba. Devido à alta produção deste vegetal, a quantidade de talos subutilizados justifica a necessidade de estudos para melhores aplicações deste resíduo. Os talos de beterraba vermelha possuem quantidades relevantes de betalaínas, sendo, portanto, uma alternativa promissora para obtenção de corante natural.

O esmagamento foi considerado um método de extração satisfatório para a obtenção de extratos ricos em betalaínas: mostrou-se um método rápido de processamento, sem adição de calor ou solventes orgânicos e possibilitou extrair em torno de 62 % das betalaínas presentes nos talos.



XXI Congresso Brasileiro
de Engenharia Química

Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro



XVI Encontro Brasileiro sobre o
Ensino de Engenharia Química
Fortaleza/CE
25 a 29 de setembro

A escolha da forma mais adequada para o armazenamento dos talos (ou dos extratos), para obtenção das betalainas deve ser baseada no tempo necessário para este armazenamento, a fim de se minimizar a degradação das mesmas.

REFERENCIAS

- Azeredo, H. M.C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 44, p. 2365–2376, 2009.
- Gengatharan, A.; Dykes, G. A.; Choo, W. S. Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. *LWT - Food Sci. Technol.*, v. 64, p. 645 – 649, 2015.
- Georgiev, V. G.; Weber J.; Kneschke, E. M.; Denev, P. N.; Bley, T.; Pavlov, A. I. Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta Vulgaris* CV. Detroit Dark Red. *Plant Foods Human Nutr.*, v. 65, p. 105–111, 2010.
- Gonçalves, L. C. P.; Trassi, M. A. de S.; Lopes, N. B.; Dörr, F. A.; Santos, M. T. dos; Baader, W. J.; Oliveira Jr., V. X.; Bastos, E. L. A comparative study of the purification of betanin. *Food Chem.*, v. 131, p. 231–238, 2012.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação*. Rio de Janeiro, p. 777, 2009.
- Stintzing, F. C., Carle, R. Betalains in Food: Occurrence, Stability, and Postharvest Modifications. Em C. Socaciu (Ed.), *Food colorantes: Chem. Function. Prop.*, p. 277-299, CRC Press: Boca Raton, 2008.
- Stintzing, F. C.; Carle, R. Betalains – emerging prospects for food scientists. *Trends Food Sci. Technol.*, n. 18, p. 514-525, 2007.
- Stintzing, F. C.; Trichterborn, J.; Carle, R. Characterisation of anthocyanin–betalain mixtures for food colouring by chromatic and HPLC-DAD-MS analyses. *Food Chem.*, n. 94, p. 296–309, 2006.
- Tivelli, S. W.; Factor, T. L.; Teramoto, J. R. S.; Fabri, E. G.; Moraes, A. R. A. de; Trani, P. E.; May, A. *Beterraba: do plantio à comercialização. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011.

PROMOÇÃO

REALIZAÇÃO

ORGANIZAÇÃO

