

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO NOS COMPOSTOS BIOATIVOS DAS FOLHAS DE GINSENG (*Pfaffia glomerata*) EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO

Rebeca Bomfim Rissato¹, Bianca Yuki Nakata², Emily Vitória Mota Rodrigues², Ana Paula Stafussa², Ana Paula Quites Larrosa²

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brasil (ra141319@uem.br)

²Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brasil

Resumo: Este estudo avaliou o efeito das condições de extração no rendimento e nos teores de compostos bioativos (fenólicos e flavonoides) das folhas de *Pfaffia glomerata*. Utilizando um planejamento experimental 2³, analisou-se o estágio de maturação (jovem e madura), tipo de solvente (água e etanol 40%) e temperatura (25 e 60 °C). A condição ótima identificada foi a temperatura de 60 °C, solvente etanol 40% e o uso de folhas jovens, maximizando a eficiência na obtenção dos compostos bioativos.

Palavras-chave: extração; flavonoides, folha jovem, *Pfaffia glomerata*.

INTRODUÇÃO

Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen é uma espécie pertencente à família Amaranthaceae, amplamente distribuída no Brasil e conhecida popularmente como ginseng-brasileiro, fáfia, para-tudo e anador (Prudente et al., 2024). A espécie ocorre em diferentes domínios fitogeográficos brasileiros, incluindo Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, o que evidencia sua elevada adaptabilidade a distintas condições ambientais (Flora e Funga do Brasil, 2022).

Tradicionalmente, o interesse científico e comercial por *Pfaffia glomerata* está associado às suas raízes, amplamente utilizadas devido às suas propriedades terapêuticas. Esse enfoque está relacionado ao uso histórico dessas estruturas na medicina tradicional, sendo que extratos radiculares concentram importantes compostos bioativos, como a β -ecdisona e saponinas (Vardanega, 2013; F. Felipe et al., 2014). No entanto, estudos recentes têm demonstrado que as folhas também apresentam elevado potencial como fonte de compostos bioativos, embora ainda sejam pouco exploradas (Martins et al., 2020; Girotto et al., 2025). Evidências indicam que essas estruturas podem apresentar altos teores de compostos fenólicos e expressiva atividade antioxidante, podendo, em alguns casos, superar os valores observados nas raízes. Resultados quantitativos apontam concentrações de fenólicos totais até 16 vezes superiores em extratos de folhas, além de maior atividade biológica associada (Trapp, 2018).

Os compostos fenólicos, incluindo os flavonoides, estão amplamente distribuídos em matrizes vegetais e desempenham importante papel biológico, atuando como antioxidantes e agentes antimicrobianos. Sua

ação está relacionada à capacidade de neutralizar radicais livres por meio da doação de elétrons, reduzindo processos oxidativos que podem causar danos celulares e deterioração de alimentos. Esses compostos têm sido associados à redução do risco de doenças crônicas, como cardiovasculares e degenerativas, além de contribuírem para o aumento da estabilidade oxidativa em sistemas alimentares, o que tem impulsionado o interesse por antioxidantes naturais em substituição aos sintéticos (Moreira et al., 2022; Bernardes et al., 2010; Achkar et al., 2013).

Nesse contexto, extratos obtidos de folhas de *P. glomerata* apresentam composição rica em ácidos fenólicos, flavonoides e outros metabólitos bioativos, além de elevada atividade antioxidante e antibacteriana (Girotto et al., 2025).

A eficiência na obtenção desses compostos está diretamente relacionada às condições de extração, como tipo de solvente, temperatura e tempo de processo, podendo resultar em variações significativas nos teores obtidos (Trapp, 2018). Dessa forma, a investigação de parâmetros operacionais adequados torna-se essencial para maximizar a recuperação de compostos bioativos, contribuindo para o aproveitamento integral da planta, agregação de valor à cadeia produtiva e desenvolvimento de ingredientes naturais com potencial aplicação nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Diante do exposto acima, o presente estudo tem como objetivo analisar o efeito das variáveis de extração – temperatura, solvente e o estágio de maturação da matéria prima - no rendimento e compostos bioativos das folhas de ginseng (*Pfaffia glomerata*), visando identificar as condições ótimas de processo.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras e obtenção dos extratos

A matéria-prima consistiu em folhas de ginseng (*Pfaffia glomerata*) em dois estágios de maturação: folhas jovens (aproximadamente 3 meses após a poda) e folhas maduras (cerca de 6 meses de desenvolvimento, no estágio de formação de inflorescências). As amostras foram obtidas no município de Querência do Norte - PR e encaminhadas ao Laboratório de Vegetais do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

As folhas foram separadas manualmente, lavadas em água corrente e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por 15 minutos, seguidas de enxágue para remoção de sujidades. Posteriormente, foram secas com papel absorvente e dispostas em bandejas de alumínio para secagem em estufa com circulação de ar a 45 °C até atingirem peso constante.

Após a secagem, as amostras foram trituradas em mixer (400 W, Walita) e peneiradas (peneira Tyler 14) para padronização da granulometria.

Com base em testes preliminares, a extração dos compostos bioativos foi realizada por maceração em agitador mecânico a 500 rpm por 40 min, utilizando razão amostra:solvente de 1:20 (m/v). Para avaliar o efeito das variáveis de processo, foi adotado um planejamento experimental fatorial 2³, considerando os fatores: estágio de maturação das folhas (jovem e madura), tipo de solvente (água e solução hidroalcoólica a 40% v/v) e temperatura (25 e 60 °C), totalizando 8 ensaios com réplicas, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento experimental da extração de compostos bioativos das folhas de *Pfaffia glomerata*.

Variáveis independentes			
Ensaios	Folha (X ₁)	Solvente (X ₂)	T (°C) (X ₃)
1	Jovem (-)	Água (-)	25 (-)
2	Jovem (-)	Água (-)	60 (+)
3	Jovem (-)	Et. 40% (+)	25 (-)
4	Jovem (-)	Et. 40% (+)	60 (+)
5	Madura (+)	Água (-)	25 (-)
6	Madura (+)	Água (-)	60 (+)
7	Madura (+)	Et. 40% (+)	25 (-)
8	Madura (+)	Et. 40% (+)	60 (+)

O planejamento utilizado teve como objetivo de analisar a influência dos fatores operacionais sobre o

rendimento de extração e os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais, por meio de modelos matemáticos. O modelo geral que descreve como estes fatores do processo de extração impacta nas respostas do extrato final pode ser expresso na Equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_4 \cdot X_1 \cdot X_2 + \beta_5 \cdot X_1 \cdot X_3 + \beta_6 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

Onde β_0 é o intercepto (termo constante) e β_1 a β_6 são os coeficientes do modelo.

Determinação do rendimento

O rendimento dos extratos foi determinado como matéria total solúvel ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra), conforme metodologia descrita por Park et al. (2019). Uma alíquota de 5 mL do filtrado foi transferida para placa de Petri e seca em estufa a 105 °C até peso constante. O rendimento foi calculado conforme a Equação (2):

$$\%R = \frac{m_f}{V_f} \times \frac{V_e}{m_a} \times 100 \quad (2)$$

Onde: m_f é a massa do filtrado após a secagem; V_f é o volume do filtrado utilizado (5 mL); V_e é o volume do solvente na extração e m_a é a massa da folha de ginseng.

Determinação dos compostos bioativos

Compostos bioativos como fenólicos e flavonoides totais foram determinados nos extratos das folhas de ginseng em triplicata. Para a determinação dos compostos fenólicos totais foi utilizada a metodologia de Singleton e Rossi (1965), utilizando ácido gálico como padrão. Cerca de 125 µL de amostra e 125 µL de solução aquosa de Folin Ciocalteu (50% v/v) foram misturados em tubos de ensaio deixando transcorrer a reação por 10 min sob proteção da luz. Posteriormente foi adicionado 2250 µL de solução de carbonato de sódio a 20% (m/v) e colocados novamente sob abrigo da luz por 30 min. Após transcorrido o tempo de reação, as amostras foram lidas em espectrofotômetro a 725 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico por litro de extrato ($\text{mg}_{\text{EAG}}/\text{L}$).

Para flavonoides totais a análise foi conduzida através da metodologia de Alothman, Brat e Karim (2009), utilizando a quercetina como padrão. Foi utilizada cerca de 250 µL do extrato, seguida da adição de 1250 µL de água destilada, 75 µL de solução aquosa de nitrito de sódio 5% (m/v), 150 µL de cloreto de alumínio 10%, 500 µL de hidróxido de sódio 1 M e

novamente 275 µL de água destilada. As amostras preparadas foram homogeneizadas e lidas a absorvância em 510 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de quercetina por litro de extrato (mg_{QE}/L).

Análise Estatística

Os dados experimentais foram submetidos à análise estatística utilizando o software TIBCO Data Science/Statistica (versão 14.1.0.8). A significância dos efeitos principais e das interações entre os fatores foi avaliada por meio da análise de variância (ANOVA) e gráficos de Pareto, considerando um intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$). A qualidade de ajuste dos modelos foi verificada pelos coeficientes de determinação, além do teste F de Fisher. E a definição da condição ótima de processo foi analisada por meio do mapeamento espacial pelo cubo de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos ensaios realizados utilizando o planejamento fatorial 2^3 , foram obtidos os resultados que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do planejamento experimental da extração das folhas de ginseng.

Ensaio	Rend. (%)	CFT (mg _{EAG} /L)	FT (mg _{QE} /L)
1	23,86	690,88	2074,55
2	32,53	825,76	2172,83
3	29,92	329,18	1697,30
4	64,8	1459,42	3382,23
5	28,08	498,74	1159,97
6	38,21	645,73	1692,55
7	25,20	454,15	1386,63
8	61,52	1031,11	2851,23

Rend. (rendimento); CFT (compostos fenólicos totais) e FT (flavonoides totais).

A partir desses dados, as respostas foram submetidas a análises de regressão com base no modelo matemático descrito na Equação 1. Os coeficientes obtidos e suas respectivas significâncias estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de regressão do modelo para o rendimento.

Fatores	Rend. (%)	CFT	FT
Intercepto	38,0	741,9	2052,2
X ₁	0,23 ^{ns}	-84,4	-279,6
X ₂	7,4	76,6	277,2
X ₃	11,3	248,6	472,5
X ₁ x X ₂	-2,24	8,6 ^{ns}	69,2
X ₁ x X ₃	0,36 ^{ns}	-67,6	26,8
X ₂ x X ₃	6,6	178,2	674,8
X ₁ x X ₂ x X ₃	-0,01 ^{ns}	-70,7	-118,5
R ² ajustado	0,9942	0,9930	0,9811

Significância estatística para: ^A $p < 0,05$; ^{ns} não significativo.

Observa-se na Tabela 3 que os elevados coeficientes de determinação (R^2) indicam um excelente ajuste dos modelos aos dados experimentais, demonstrando que as variáveis estudadas explicaram mais de 98% da variabilidade das respostas.

Para verificar a validade desses modelos, as análises de variância (ANOVA) para o rendimento, compostos fenólicos e flavonoides são apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6, respectivamente.

Tabela 4. Análise de Variância para rendimento.

Fonte	SQ	GL	MQ	F	p
Mod.	5490	4	1373	974	<0,001
F.aj.	4,33	3	1,442	1,028	0,407
E.p.	22,44	16	1,403		
Total	5517	23			
F tab = 2,9					

Mod. (modelo); F. aj. (falta de ajuste), E. p. (erro puro), SQ (soma dos quadrados), GL (graus de liberdade, MQ (média dos quadrados), F (teste de Fisher), p (probabilidade de significância).

Tabela 5. Análise de Variância para compostos fenólicos totais.

Fonte	SQ	GL	MQ	F	p
Mod.	2787112	6	464518,667	514	<0,001
F.aj.	1776	1	1776	2,093	0,167
E.p.	13577	16	849		
Total	2802466	23			
F tab = 2,70					

Mod. (modelo); F. aj. (falta de ajuste), E. p. (erro puro), SQ (soma dos quadrados), GL (graus de liberdade, MQ (média dos quadrados), F (teste de Fisher), p (probabilidade de significância).

Tabela 6. Análise de Variância para flavonoides totais.

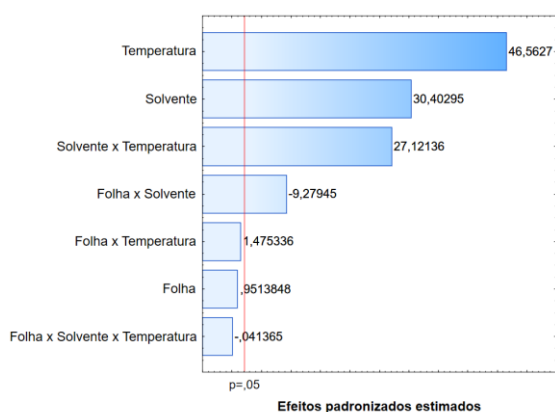
Fonte	SQ	GL	MQ	F	p
Mod.	11772794	6	1962 132	209	<0,00 1
F.aj.	2850	1	2850	0,29	0,597
E.p.	156956	16	9810		
Total	11932600	23			

F tab = 2,70

Mod. (modelo); F. aj. (falta de ajuste), E. p. (erro puro), SQ (soma dos quadrados), GL (graus de liberdade, MQ (média dos quadrados), F (teste de Fisher), p (probabilidade de significância).

Os dados da análise de variância (ANOVA) demonstram a significância estatística de cada modelo na explicação das variações experimentais, tanto para rendimento quanto para os compostos bioativos. Além disso, os valores da estatística F de Fisher calculada indicam a ausência de falta de ajuste ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$). Essa falta de ajuste não significativamente confirma que os modelos lineares representam adequadamente os dados experimentais, corroborando com os resultados obtidos pelos coeficientes de determinação.

Para avaliar o efeito das variáveis de extração (estágio de maturação da folha, temperatura e solvente) e de suas interações lineares, os diagramas de Pareto estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3, para as respostas rendimento, compostos fenólicos totais e flavonoides totais, respectivamente.

**Figura 1.** Gráfico de Pareto dos efeitos principais e suas interações para a resposta rendimento.

A Figura 1 mostra que os efeitos principais da temperatura e do solvente, bem como a sua interação linear Solvente x Temperatura, foram significativamente positivos para a resposta rendimento. Esse comportamento indica que o

aumento da temperatura de 25°C para 60°C, aliado à substituição da água destilada pela solução etanólica de 40%, eleva consideravelmente o rendimento de sólidos solúveis no extrato. Por outro lado, o efeito isolado do tipo de folha e a sua interação com a temperatura não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$). Contudo, a interação entre Folha x Solvente mostrou-se significativa com um impacto negativo. Esse caráter negativo evidencia um efeito sinérgico cruzado em que a transição para o solvente alcoólico maximiza o rendimento de forma pronunciada quando combinada especificamente com a folha jovem.

Resultados semelhantes foram relatados na literatura para diferentes matrizes vegetais. Vardanega (2013), ao estudar a extração de saponinas de raízes de *Pfaffia glomerata* utilizando misturas hidroalcoólicas de etanol e água em diferentes temperaturas, observou que a temperatura exerceu influência significativa sobre o rendimento global de extração, sendo os maiores rendimentos obtidos a 60°C. Segundo a autora, temperaturas mais elevadas aumentam a difusividade do solvente na matéria-prima e a solubilidade dos compostos presentes na matriz vegetal, favorecendo a transferência de massa e aumentando o rendimento do extrato.

Além disso, o estudo demonstrou que misturas hidroalcoólicas influenciam significativamente o processo extrativo, sendo que solventes com maior polaridade apresentaram maiores rendimentos. Esse comportamento pode ser explicado pela maior capacidade desses solventes em solubilizar metabólitos primários, como carboidratos e proteínas.

Bertoco Júnior et al. (2021) também destacam que o aumento da temperatura favorece a solubilização e difusão dos compostos de interesse, além de reduzir a viscosidade e a tensão superficial do solvente, facilitando sua penetração na matriz vegetal. Contudo, os autores ressaltam que temperaturas excessivas podem provocar degradação dos compostos bioativos, reduzindo a eficiência do processo.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo corroboram a literatura, indicando que o aumento da temperatura associado ao uso de solventes hidroalcoólicos favorece o rendimento de extração e a obtenção de compostos solúveis da matriz vegetal.

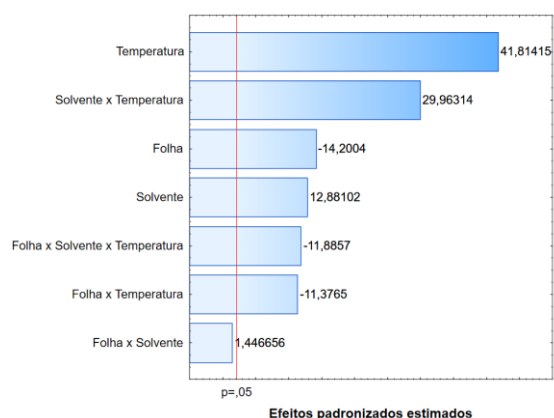


Figura 2. Gráfico de Pareto para compostos fenólicos totais.

No gráfico de Pareto para compostos fenólicos na Figura 2, verifica-se que a temperatura é a variável de maior relevância no processo, exibindo um efeito positivo extremamente elevado. O solvente também apresentou efeito positivo, assim como a interação entre estes fatores, indicando que a utilização de elevadas temperaturas (60°C) e etanol 40% potencializam a recuperação dos compostos fenólicos totais. Em contrapartida, o fator folha exibiu um efeito negativo, evidenciando que o uso de folhas no estágio de maturação maduro reduz o rendimento de fenólicos totais quando comparado ao uso de folhas jovens.

Também foram observadas outras interações significativas para fenólicos totais que não foram relatadas para a resposta rendimento. Como por exemplo a interação Folha x Temperatura que apresentou um efeito negativo e que indica que os compostos fenólicos são maximizados quando as variáveis combinadas assumem sinais opostos. Ou seja, o maior incremento na extração ocorre ao migrar do patamar de baixa temperatura (25°C) para a alta temperatura (60°C) utilizando a folha jovem. Logo o tecido foliar jovem é consideravelmente mais sensível e responsivo ao estresse térmico do que o tecido maduro para a liberação de compostos fenólicos.

De forma semelhante, a interação tripla entre Folha x Solvente x Temperatura também exibiu um impacto negativo. A significância e o sinal deste termo confirmam a existência de um efeito sinérgico complexo, onde a cooperação mútua positiva observada entre o solvente (etanol 40%) e a temperatura muda de magnitude dependendo da matriz vegetal utilizada.

A literatura demonstra que folhas jovens podem apresentar composição metabólica distinta em relação às folhas maduras devido ao metabolismo mais ativo e à maior suscetibilidade ao estresse ambiental. Segundo Dos Santos (2019), folhas juvenis de *Eugenia uniflora* apresentam maior produção de

compostos fotoprotetores, como carotenoides e antocianinas, em resposta ao estresse luminoso e à imaturidade estrutural das folhas. De maneira semelhante, Li et al. (2012) e Shi et al. (2007), ao estudarem diferentes estágios de desenvolvimento de *Panax ginseng*, observaram maior acúmulo de ginsenosídeos em estágios iniciais de crescimento, indicando que o desenvolvimento vegetal pode influenciar significativamente a composição metabólica da planta.

Dessa forma, o maior teor de fenólicos totais observado para a combinação entre folhas jovens, temperatura elevada e solução hidroalcoólica pode estar relacionado às diferenças metabólicas presentes nos tecidos jovens, associadas à maior eficiência extrativa promovida pelo aumento da temperatura e pela utilização do etanol.

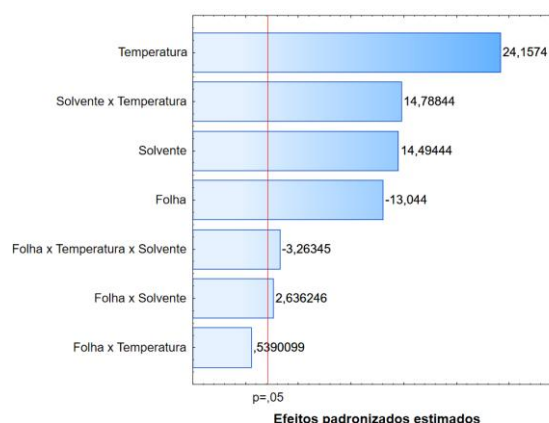


Figura 3. Gráfico de Pareto para flavonoides totais.

Ao comparar o diagrama de Pareto dos flavonoides com os compostos fenólicos totais, observa-se um perfil de extração semelhante quanto aos fatores isolados, mas com distinções importantes nas interações.

Para ambas as classes de compostos, a temperatura consolidou-se como a variável de maior impacto positivo no processo, apresentando um efeito menos pronunciado para flavonoides (Figura 3). O mesmo comportamento paralelo foi observado para o efeito linear positivo do solvente e para o forte efeito sinérgico da interação Solvente x Temperatura. Esses resultados reiteram que a combinação de temperaturas elevadas com o solvente adequado potencializa de forma global a transferência de massa e a solubilidade dos metabólitos secundários do ginseng.

A influência do tipo de folha também manteve a tendência negativa em ambas as análises, confirmando que o nível inferior dessa variável (folha jovem) entrega maior rendimento de compostos bioativos. Contudo, a principal divergência entre as respostas

reside nas interações envolvendo a matriz vegetal. A interação Folha x Temperatura, que não apresentou significância estatística para os flavonoides, mostrou um efeito negativo expressivo para fenólicos totais. Além disso, a interação tripla Folha x Solvente x Temperatura também exerceu efeito negativo nos fenólicos. Essa sensibilidade extra sugere que, embora a temperatura de 60°C seja benéfica de modo geral, a sua associação com o tipo de folha e solvente pode provocar fenômenos de degradação térmica ou restrições difusivas que afetam seletivamente outros compostos fenólicos não-flavonoides presentes no extrato.

As implicações das interações observadas no processo se tornam claras ao analisar os cubos de resposta nas Figura 4, 5 e 6.

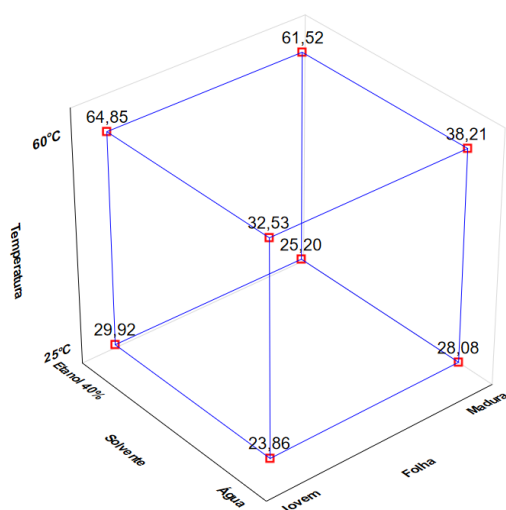


Figura 4. Cubo de resposta para rendimento de sólidos solúveis das folhas de ginseng.

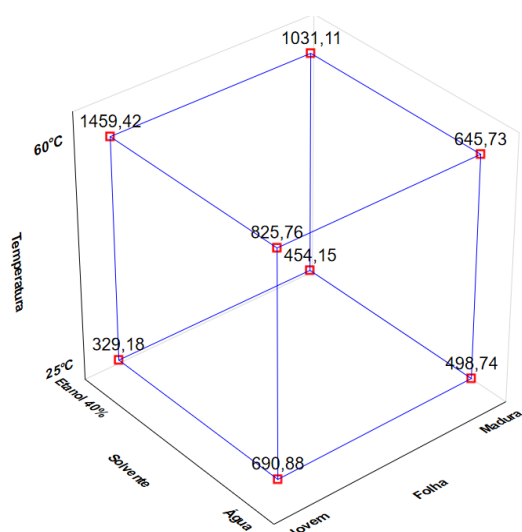


Figura 5. Cubo de resposta para compostos fenólicos totais (CFT).

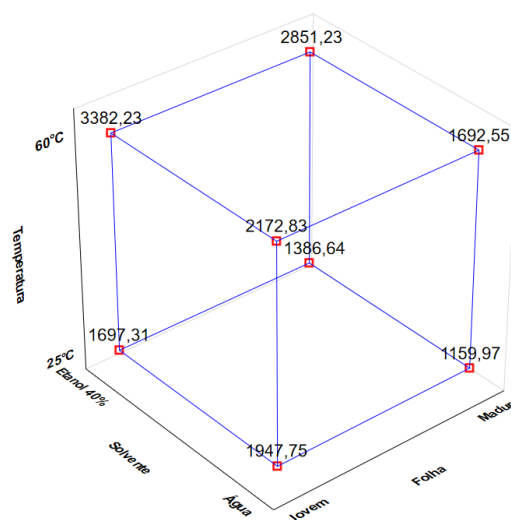


Figura 6. Cubo de resposta para flavonoides totais.

Ao analisar os resultados obtidos de forma integrada, constata-se uma correspondência e sinergismo entre rendimento, compostos fenólicos totais e flavonoides. A convergência das três variáveis de resposta para o mesmo ponto ótimo do planejamento experimental atesta a robustez e a consistência físico-química do processo de extração desenvolvido.

Sob a temperatura de 25°C, a mudança do solvente para etanol 40% reduz o rendimento em 6% se utilizado a folha jovem. Esse cenário se altera completamente ao elevar a temperatura para 60°C, ou seja, o sinergismo entre o aporte térmico e o solvente hidroalcolórico potencializa a quebra das barreiras celulares e a solubilização dos componentes vegetais. Como consequência, o vértice superior esquerdo do cubo aponta como a condição ótima do planejamento com rendimento máximo de 64,85%.

Para os compostos fenólicos totais, confirma-se o mesmo vértice superior-esquerdo como a condição ótima para a obtenção máxima de 1459,42 mg/L. Esse ápice operacional é alcançado através da combinação dos fatores em seus níveis ideais: temperatura de 60°C, etanol 40% e folha jovem. Em contrapartida, o pior cenário localiza-se no vértice central -inferior onde a extração atinge apenas 329,18 mg/L sob condições de baixa temperatura (25°C), utilizando etanol 40% e folha madura.

O cubo de resposta apresentado na Figura 6 mostra que o máximo teor de flavonoides totais se encontra no valor de 3382,23 mg_{QE}/L. Por outro lado, o pior cenário operacional fixa-se no vértice inferior-direito, onde a extração decai para o patamar mínimo de 1159,9 mg/L sob condições de 25°C, utilizando



água como solvente e folha madura como matéria prima.

Termodinamicamente, o aumento da temperatura para 60°C reduz a viscosidade do solvente e melhora os coeficientes de difusão molecular, permitindo que a solução hidroalcolica penetre com maior eficiência nas membranas celulares da folha jovem. Esse fenômeno promove o rearranjo e a dessorção simultânea tanto de macromoléculas polares e solutos universais (sólidos solúveis) quanto de metabólitos secundários de polaridade intermediária (fenólicos e flavonoides), justificando a perfeita harmonia entre os perfis analíticos e consolidando a viabilidade técnica do método para a obtenção de extratos padronizados e enriquecidos.

CONCLUSÃO

A análise de efeitos revelou a temperatura como o fator dominante absoluto no processo, atuando de forma fortemente sinérgica com a redução de polaridade do solvente hidroalcolico e com a estrutura celular menos lignificada da matéria-prima em estágio jovem.

Os cubos de resposta determinaram de maneira unânime que a condição ótima operacional para o sistema ocorre sob temperatura de 60°C, solvente etanol 40% e utilizando folha no estágio jovem de maturação. Coordenadas nas quais o método de extração por maceração mecânica atinge máxima eficiência em sólidos solúveis (64,9%) e entrega simultaneamente os maiores rendimentos preditos de compostos fenólicos totais (1459,42 mg/L) e flavonoides totais (3382,228 mg/L), consolidando-se como uma base tecnológica sólida para o futuro escalonamento industrial de extratos padronizados de ginseng.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Associação de Pequenos Produtores de Ginseng de Querência do Norte (ASPAG) pela contribuição com a matéria-prima, e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte técnico e pela infraestrutura laboratorial que viabilizou a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

Achkar, M.T.; Novaes, G.M.; Silva, M.J.D.; Vilegas, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos, 2013.

Alothman, M.; Bhat, R.; Karim, A. A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical

fruits from Malaysia, extracted with different solvents. Food Chemistry, v. 115, n. 3, p. 785–788, 2009.

Bernardes, N. R.; Pessanha, F. F.; Oliveira, D. B. Alimentos funcionais: uma breve revisão. Ciência e Cultura – Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB, v. 6, n. 2, p. 11–19, 2010.

Bertoco Júnior, F.D; Marquezi, L.C; Sakai, O.A; Terhaag, M.M. Efeitos de diferentes técnicas extrativas na obtenção da β -ecdisona proveniente de *Pfaffia glomerata*: um estudo de revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e24610414147-e24610414147, 2021.

Felipe, D.F; Brambilla, L.Z.S; Porto, C; Pilau, E.J; Cortez, D.A.G. Phytochemical analysis of *Pfaffia glomerata* inflorescences by LC-ESI-MS/MS. Molecules, v. 19, n. 10, p. 15720–15734, 2014.

Flora e Funga do Brasil. *Pfaffia glomerata*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 25 abr. 2026.

Giroto, L.M; Herrig, S.P.R; Nunes, M.G.I.F; Sakai, O.A; Barros, B.C.B. Extraction of phenolic compounds from *Pfaffia glomerata* leaves and evaluation of composition, antioxidant and antibacterial properties. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 97, p. e20240317, 2025.

Li, X.-G; Yan, Y.Z; Jin, X.-J; Kim, Y.K; Uddin, M.R; Kim, Y.B; Bae, H; Kim, Y.C; Lee, S.W; Park, S.U. Ginsenoside content in the leaves and roots of *Panax ginseng* at different ages. Life Sci. J, v. 9, n. 4, p. 679-683, 2012.

Moreira, E. M. D. F.; Lopes, P. H. S.; De Sousa, M. N. A. Mapeamento de publicações científicas sobre flavonoides e seu potencial terapêutico. Journal of Medicine and Health Promotion, v. 7, n. 1, p. 62–71, 2022.

Martins, N.M.M; Andrich, F; Martins, D.A; Calaça, G.N; Sakai, O.A. Determination of β -ecdysone in infusions of different organs of Brazilian ginseng (*Pfaffia glomerata*) by high-performance liquid chromatography. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, v. 5, n. 7, 2020.

Park, C.Y.; Lee, K.-Y.; Gul, K.; Rahman, M.S.; Kim, A.-N.; Chun, J.; Kim, H.-J.; Choi, S.-G. Phenolics and antioxidant activity of aqueous turmeric extracts as affected by heating temperature and time. LWT – Food Science and Technology, v. 105, p. 149–155, 2019.

Prudente, C.M; Ramos, C.S; Barbosa, L.M; Rodrigues, D.S; Junior, C.J.D.O. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: ginseng brasileiro, potencial da



sociobiodiversidade brasileira. Revista Delos, v. 17, n. 53, p. e1347, 2024.

Dos Santos, G. F. O balanço entre o desenvolvimento estrutural e o fisiológico de folhas de *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) com distintos níveis de maturação. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

Singleton, V. L.; Rossi, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

Shi, W.; Wang, Y.; Li, J.; Zhang, H.; Ding, L. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng*. Food chemistry, v. 102, n. 3, p. 664-668, 2007.

Trapp, K. C. Citogenotoxicidade, fenólicos totais e crescimento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen cultivada sob concentrações de cobre e zinco. 2018. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

Vardanega, R. Obtenção de saponinas de raízes de ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata*) por extração dinâmica a baixa pressão assistida por ultrassom. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.