

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DE EXTRAÇÃO SOBRE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES PARTES AÉREAS DO GINSENG

Bianca Yuki Nakata¹, Rebeca Bomfim Rissato², Emily Vitória Rodrigues Mota², Ana Paula Quites Larrosa², Ana Paula Stafussa²

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brasil (ra139135@uem.br)

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

Resumo: O objetivo do trabalho foi analisar o efeito da temperatura (25 e 60°C) e solvente (água e etanol 40%) na extração de compostos antioxidantes da flor, folha, caule e parte íntegra da planta de ginseng. Os extratos foram obtidos por meio da agitação mecânica analisando rendimento, compostos fenólicos totais, e atividade antioxidante. Os resultados mostraram que a temperatura de 60°C e etanol a 40% promoveram um aumento significativo na extração de fenólicos e na atividade antioxidante.

Palavras-chave: Ginseng brasileiro; Compostos antioxidantes; Extrato natural; Matriz vegetal.

INTRODUÇÃO

A *Pfaffia glomerata*, pertencente à família *Amaranthaceae*, é conhecida como ginseng brasileiro ou “paratudo”. Possui distribuição cosmopolita, com preferência por locais úmidos como as planícies aluviais em regiões tropicais, onde, em território brasileiro, existem 20 gêneros nativos com cerca de 100 espécies (Oliveira et al., 2024; Bertoco Júnior et al., 2021).

Historicamente usada por sua propriedade medicinal, atualmente, trata-se de uma espécie com elevado potencial estratégico para o fortalecimento da bioeconomia fundamentada na sociobiodiversidade regional. No setor farmacêutico, estudos focados nos compostos fenólicos das partes aéreas evidenciaram a mitigação de efeitos neurotóxicos e pró-oxidantes, melhorando o desempenho em tarefas de aprendizado e memória, além de reduzir o estresse, a ansiedade e a depressão (Panatto, 2025).

Nesse contexto, um aspecto importante desse processo é a extração e separação de compostos bioativos das plantas, visto que desempenham um papel crucial na determinação da atividade biológica, eficácia e segurança dos produtos de origem vegetal (Terhaag et al., 2025). Ao conhecer a polaridade do composto é possível escolher um solvente mais apropriado, fundamentado na solubilidade (Panatto, 2025). Para extrações específicas é importante conhecer o tipo de solvente a ser usado, as condições como pH, temperatura, proporção entre solvente e matriz vegetal e, as propriedades do material, como sua composição e tamanho de sua partícula, pois é esse conjunto que determina a eficiência do processo (Bertoco Júnior et al., 2021). Os solventes mais utilizados são água,

metanol e etanol e soluções hidroalcoólicas (Panatto, 2025), sendo estes os mais recomendados para processos sustentáveis por sua alta eficiência e não toxicidade (Giroto et al., 2025).

Os extratos das raízes podem ser aplicados, por ser promissores, em fitomedicina e fitoterapia, sendo assim de extremo interesse econômico (Giroto et al., 2025). Após a colheita das raízes, as partes aéreas são normalmente descartadas por serem consideradas subprodutos sem valor comercial. No entanto, com a crescente rede de estudos sobre a *P. glomerata*, foi apontada a presença de compostos bioativos em suas partes aéreas, apresentando, em alguns casos, teores de bioativos superiores aos encontrados nas raízes (De Melo Martins et al., 2020). O aproveitamento dessas partes, tradicionalmente descartadas, acrescenta valor no subproduto cultivado, transformando um resíduo agrícola em um insumo de alto valor agregado.

O interesse pela busca de compostos naturais como conservantes e antioxidantes é impulsionado pela crescente preocupação com a toxicidade de aditivos sintéticos e pela resistência a antibacterianos convencionais (Giroto et al., 2025). Tais compostos naturais não apenas minimizam os efeitos oxidativos no organismo e nos alimentos, como também garantem a qualidade e a segurança do consumidor ao inibir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deterioradores.

Diante do conhecimento ainda limitado acerca do potencial das partes aéreas do ginseng brasileiro, e visando explorar integralmente seus recursos, assim como, analisar o efeito de variáveis importantes para extração de compostos de interesse, o presente estudo teve como objetivo analisar o efeito da temperatura,



tipo de solvente na extração de compostos antioxidantes de diferentes partes aéreas do ginseng.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras

As partes aéreas do ginseng foram obtidas na cidade de Querência do Norte - PR e encaminhadas ao laboratório de Vegetais do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

As amostras foram separadas em folhas, caule, flores e partes íntegras e lavadas com água e sanitizadas com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 min, e enxaguadas a fim de eliminar terra aderida e sujidades. Em seguida, foram secas superficialmente com papel absorvente e colocadas em bandejas de alumínio para secagem em estufa a 45°C até peso constante.

Extração de compostos bioativos

De acordo com testes preliminares, foi realizada uma extração por maceração utilizando um agitador mecânico a 500 rpm durante 40 min, com uma proporção de amostra: solvente 1:20 (m/v).

O comportamento da extração em relação às distintas partes da planta de ginseng, foi analisado através de um planejamento fatorial 2x2x4 utilizando como variáveis independentes: o tipo de solvente (água e solução etanólica 40% v/v), temperatura (25 e 60°C), e partes da planta (flor, caule, folha e parte inteira) totalizando 16 experimentos conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento experimental fatorial da extração de compostos bioativos das partes aéreas do ginseng.

Experimento	Parte da planta	Solvente	Temperatura (°C)
1	Flor	Água	25
2	Flor	Água	60
3	Flor	Et. 40%	25
4	Flor	Et. 40%	60
5	Caule	Água	25
6	Caule	Água	60
7	Caule	Et. 40%	25
8	Caule	Et. 40%	60
9	Folha	Água	25
10	Folha	Água	60
11	Folha	Et. 40%	25
12	Folha	Et. 40%	60
13	Inteira	Água	25
14	Inteira	Água	60
15	Inteira	Et. 40%	25
16	Inteira	Et. 40%	60

Rendimento

O rendimento dos extratos foi medido como matéria total solúvel ($\text{g} \cdot 100 \text{g}_{\text{amostra}}^{-1}$) de acordo com Park et al., (2019). Uma alíquota de 5 mL do filtrado foi colocado sobre uma placa de petri e seca em estufa a 105°C até peso constante. A Equação 1 mostra a determinação do rendimento.

$$\%R = \frac{m_f}{V_f} \cdot \frac{V_e}{m_a} \cdot 100 \quad (1)$$

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

Compostos Fenólicos Totais

A análise dos compostos fenólicos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), utilizando uma curva padrão de ácido gálico a 750 nm. Os compostos fenólicos foram expressos em mg equivalente de ácido gálico (EAG)/L de extrato.

Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pela análise de DPPH, FRAP e ABTS. A reação de degradação do DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) foi analisada de acordo com a metodologia de Thaipong et al., (2006). Para o ensaio de FRAP foi analisada segundo metodologia de Benzie e Strain (1996) e, para a análise de ABTS (2,2 AZINO BIS (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid diammonium salt) foi empregada a metodologia Re et al., (1999). Os resultados de antioxidantes foram expressos em μmol Trolox/L de extrato.

Análise Estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente no software Statistic (TIBCO/Statsoft) 14.1.0.8 (2023) utilizando ANOVA a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste estudo indicaram que as condições de extração exercem papel determinante não apenas na quantidade, mas na qualidade dos compostos bioativos extraídos do ginseng. A influência da temperatura, do tipo de solvente e da parte aérea revelou padrões distintos e interações relevantes entre os fatores, afetando significativamente o rendimento de sólidos solúveis, o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante. Estas análises estão demonstradas nos gráficos de interação conforme mostram as Figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

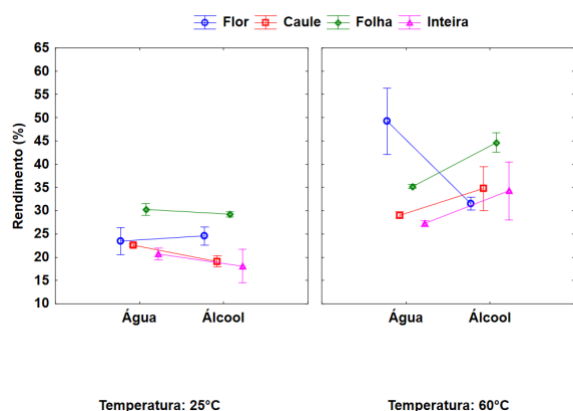


Figura 1. Gráfico de interação entre temperatura, solvente e parte aérea para a resposta rendimento de matéria total solúvel.

Verifica-se na análise da Figura 1 que o aumento da temperatura de 25°C para 60°C promoveu um aumento expressivo do rendimento de matéria solúvel para todos os extratos. Em algumas partes aéreas, como as folhas e flor, os valores dobraram. Estes resultados podem induzir que a temperatura elevada contribuiu na maior solubilização de compostos, maior difusão e ruptura celular. Segundo Hayat et al., (2010) e Park et al., (2019) o aumento do material solúvel com a temperatura de extração pode estar relacionado à liberação de sólidos ligados à matriz vegetal pela maior energia fornecida durante o aquecimento, tornando as paredes celulares mais permeáveis ao solvente e maior o coeficiente de difusão.

Além disso, observa-se que o etanol 40% sozinho não é tão eficiente na temperatura de 25°C, ou seja, houve uma interação significativa entre a temperatura e solvente para extração líquida de compostos solúveis.

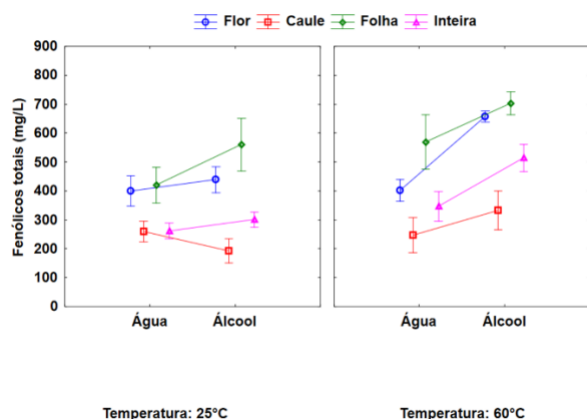


Figura 2. Gráfico de interação entre temperatura, solvente e parte aérea para os compostos fenólicos totais.

Observa-se na Figura 2 que os resultados evidenciam que o teor de compostos fenólicos totais foi significativamente influenciado pelos três fatores avaliados, bem como pelas interações entre eles. Verifica-se que o aumento da temperatura de 25°C para 60°C promoveu um incremento consistente na extração de fenólicos para todas as amostras utilizadas. Esse comportamento era esperado, pois temperaturas mais elevadas aumentam a difusividade dos solutos, reduzem a viscosidade do solvente e pode favorecer a ruptura de estruturas celulares. O efeito mais pronunciado foi particularmente para a folha e flor do ginseng, ou seja, seus compostos presentes são mais facilmente liberados pelo aquecimento. Além disso, a maior resposta térmica nessas partes pode estar associada à presença de fenólicos mais polares ou ligados à matriz celular de forma menos estável.

Com relação ao uso do etanol 40%, observa-se que os resultados foram melhores em comparação à água, especialmente a 60°C. Este comportamento pode sugerir que os compostos fenólicos presentes no ginseng possuem polaridade intermediária, sendo melhor solubilizados em solventes hidroalcológicos, ou seja, o etanol presente na solução melhora a permeabilidade da matriz vegetal, facilitando a extração. Entretanto, na temperatura de 25°C, esse efeito não foi tão uniforme. Para o caule, por exemplo, observa-se até uma redução dos compostos com a solução etanólica. Isso indica que a interação do solvente varia com a parte aérea da planta devido às diferenças de composição química. Isso pode ser justificado pela complexidade estrutural do tecido do caule ser maior para folhas e flores (REFE).

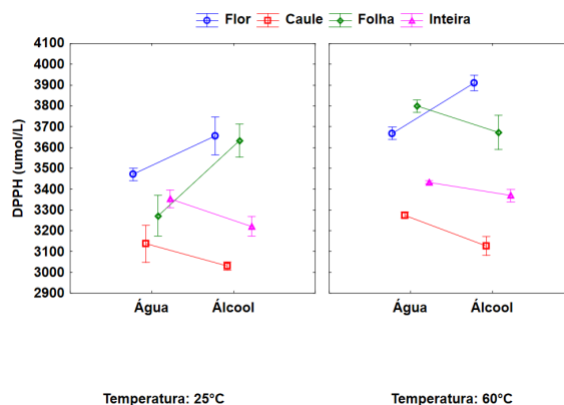


Figura 3. Gráfico de interação entre temperatura, solvente e parte aérea para a análise de DPPH.

A atividade antioxidante medida pelo método de DPPH mostrou que também foi influenciada pelos mesmos fatores de estudo (partes aéreas, solvente e temperatura), porém com algumas tendências não paralelas às observadas para fenólicos totais, indicando uma relação não linear entre a composição fenólica e a capacidade do sequestro do radical livre DPPH.

Observa-se na Figura 3 que o aumento da temperatura de 25°C para 60°C não resultou em aumento uniforme da atividade antioxidante. Para a flor, houve um aumento considerável da atividade com a temperatura. No entanto, para a folha foi detectado uma leve redução a 60°C, assim como para o caule e parte inteira da planta. Estes resultados podem sugerir que temperaturas elevadas apesar de facilitar a extração de fenólicos totais, pode promover a degradação de compostos antioxidantes sensíveis ao calor.

Com relação ao efeito do solvente, observa-se distintos comportamentos aos fenólicos. A solução etanólica de 40% aumentou a atividade antioxidante da flor a 60°C; para as folhas o mesmo solvente mostrou melhor atividade para temperatura de 25°C e; para o caule e parte inteira da planta a água foi o solvente mais adequado para manter uma maior atividade antioxidante. Estes resultados podem indicar que o etanol utilizado na concentração de 40% pode ter extraído compostos fenólicos menos ativos como sequestradores de radicais livres.

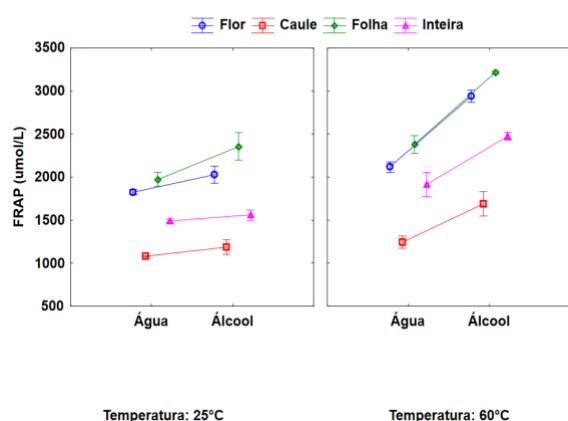


Figura 4. Gráfico de interação entre temperatura, solvente e parte aérea para a análise de FRAP.

Com relação à Figura 4, observa-se que a metodologia de FRAP apresentou comportamento mais consistente com os fenólicos totais do que o observado para o

DPPH, indicando diferenças importantes no mecanismo de ação avaliado por cada método.

Diferentemente do DPPH, o aumento da temperatura promoveu um incremento claro e consistente na atividade antioxidante para todas as amostras, sugerindo que os compostos extraídos em temperaturas mais elevadas possuem maior capacidade redutora e que os compostos formados ou extraídos a 60°C devem ser igualmente ou mais ativos nesse mecanismo.

Com relação ao efeito do tipo de solvente, verifica-se que o etanol a 40% promoveu um aumento consistente nos valores de FRAP, especialmente a 60°C. Portanto, este solvente pode estar extraindo compostos fenólicos menos eficientes como sequestradores de radicais (DPPH) e mais eficientes como agentes redutores.

Para as partes aéreas, nota-se que a folha apresentou maior concentração em todas as condições, com aumento expressivo em etanol 40% a 60°C, seguido da flor, que apresentou comportamento similar. Já com relação ao caule e planta inteira, mantiveram o mesmo comportamento com relação aos fenólicos, com menores atividades antioxidantes.

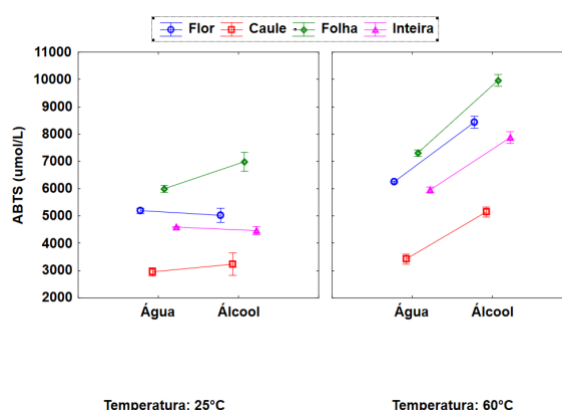


Figura 5. Gráfico de interação entre temperatura, solvente e parte aérea para a análise de ABTS.

Observa-se na Figura 5, que os resultados da atividade antioxidante determinada pelo ABTS apresentaram similaridade de comportamento com o FRAP.

O emprego do etanol a 40% a 60°C contribuiu na maior extração de antioxidantes com polaridade intermediária, uma vez que o radical ABTS⁺ reage com compostos hidrofílicos e lipofílicos, sendo solúvel em meio aquoso e orgânico. Além disso, observa-se claramente que as folhas apresentaram a maior capacidade, seguida da flor, caule e parte inteira da planta.



Lee et al., (2024) relataram em seu estudo que a atividade antioxidante aumentou com a elevação da temperatura de extração de compostos bioativos de ginseng coreano, constatando que o tratamento térmico pode contribuir na melhoria da atividade biológica, assim como na extração de compostos fenólicos livres. Além disso, o tempo de 40 min utilizado neste trabalho pode ter favorecido as maiores concentrações de bioativos com elevada atividade antioxidante, pois segundo Ahmad et al., (2015), tempos de extração longos geralmente aumentam a capacidade de extração de compostos essenciais presentes nas plantas.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a extração de compostos fenólicos e a atividade antioxidante do ginseng são fortemente influenciadas pela temperatura, tipo de solvente e parte vegetal, com evidência clara de efeitos combinados entre essas variáveis.

O aumento da temperatura para 60 °C promoveu incremento significativo na extração de fenólicos, na atividade antioxidante e no rendimento de sólidos solúveis, especialmente quando associado ao uso de solvente alcoólico (etanol 40%). Entre as frações avaliadas, as folhas e flores apresentaram os maiores teores de compostos bioativos e maior capacidade antioxidante, destacando-se como as partes mais promissoras. Embora o caule e a planta inteira tenham apresentado menores valores em comparação às outras partes aéreas, seus resultados demonstram que essas frações também possuem quantidades relevantes de compostos bioativos e atividade antioxidante, indicando potencial de aproveitamento, especialmente em abordagens de uso integral da biomassa vegetal.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

Ahmad, M., Baba, W. N., Gani, A., Wani, T. A., Gani, A., Masoodi, F. A. Effect of extraction time on antioxidants and bioactive volatile components of green tea (*Camellia sinensis*), using GC/MS.

Cogent Food & Agriculture , 1 (1), p. 1106387, 2015.

Benzie, I. F. F.; Strain, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76, 1996.

Bertoco Júnior, F. D.; Marquezi, L. C.; Sakai, O. A.; Terhaag, M. M. Effects of different extractions techniques in obtaining the β -ecdysone from *Pfaffia glomerata*: a review study. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e24610414147, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/14147>.

De Melo Martins, N.; Andrich, F.; Martins D. A.; Calaça, G. N.; Sakai, O. A. *Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão*. Paranaguá, PR, v.5, n.7, p. 290-01, 290-14, 2020.

de Oliveira, C. B. D.; Filho, L. C.; de Mello, J. C. P.; Júnior, O. V., Calaça, G. N.; Sato, F. Pressurized liquid extraction followed by high-performance liquid chromatography for determination of beta-ecdysone extracted from *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. *Sci Rep* 14, 16027, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64077-6>.

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*, [s. l.], v. 97, n. 2, e20240317, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520240317>.

Hayat, K., Zhang, X., Chen, H., Xia, S., Jia, C., Zhong, F. Liberation and separation of phenolic compounds from citrus Mandarin peels by microwave heating and its effect on antioxidant activity. *Separation and Purification Technology*, 73 (3), 2010, pp. 371-376.

Lee, K. Y., Shim, S. L., Jang, E. S., & Choi, S. G. Ginsenoside stability and antioxidant activity of Korean red ginseng (*Panax ginseng* CA meyer) extract as affected by temperature and time. *LWT*, 200, 116205, 2024.

Panatto, Melissa Longen. Obtenção, caracterização e aplicação de material a base de zinco via síntese verde utilizando extratos de *Pfaffia glomerata*. 2025. 232 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do



Oeste do Paraná, Toledo, 2025. Disponível em:
https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/8294/2/Melissa_Panatto_2025.pdf.

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*, 105, 149–155, 2019.

Re, R.; Pelegriani, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237, 1999.

Singleton, V. L.; Rossi, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158, 1965.

Terhaag, M. M.; Santos, A. C. M. d.; de Lima, D. G.; Sakai, O. A.; de Oliveira, G. G. d. C.; Moritz, C. M. F.; Junior, B. D.; Silva, J. d. S.; Ruiz, S. P.; Faria, M. G. I.; Barros, B. C. B.; Coelho, E. M. P. Separation of Bioactive Compounds from *Pfaffia glomerata*: Drying, Green Extraction, and Physicochemical Properties. *Separations* 2025, 12, 164. Disponível em:
<https://doi.org/10.3390/separations1206016>.

Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneros-Zevallos, L.; Hawkins Byrne, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669–675, 2006.