

Flavonoides e Atividade Inseticida Sobre *Spodoptera frugiperda* de *Myrsine coriacea* (Primulaceae)

Flavonoids and Insecticidal Activity Against *Spodoptera frugiperda* of *Myrsine coriacea* (Primulaceae)

Marcela Carmen de Melo Burger,^a Andreia Pereira Matos,^b Gracielle Oliveira Sabbag Cunha,^{a,c,*} Antônio Rogério Bernardo,^b Antônio Carlos Severo Menezes,^a Paulo César Vieira,^b João Batista Fernandes,^b Maria Fátima das Graças Fernandes da Silva^b

^aUniversidade Estadual de Goiás, Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas, CEP 75132-400, Anápolis-GO, Brasil.

^bUniversidade Federal de São Carlos, Departamento de Química, CEP 13565-905, São Carlos-SP, Brasil.

^cInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Anápolis, CEP 75131-457, Anápolis-GO, Brasil.

*E-mail: gracielle.oliveira@ifg.edu.br

Recebido: 22 de Julho de 2020

Aceito: 5 de Março de 2021

Publicado online: 14 de Abril de 2021

This study was conducted to evaluate the insecticidal effects of *Myrsine coriacea* (Primulaceae) against one of the main pests of maize, the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), as well as performing the phytochemical study of *M. coriacea*. In the experiments for ingestion against *S. frugiperda*, the leaf extract of *M. coriacea* showed larval mortality of 46.67 %. From *M. coriacea* leaves were isolated the flavonoids catechin and quercetin. This is the first report of the isolation of flavonoids in *M. coriacea*.

Keywords: Insecticidal activity; chemical constituents; flavonoids; fall armyworm.

1. Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes mundialmente, tanto no âmbito social como econômico.¹ Atualmente, o Brasil se encontra como o terceiro maior produtor mundial de milho, estando à sua frente somente Estados Unidos e China.² Na safra de 2019/20 a estimativa nacional de plantio do milho, considerando a primeira, segunda e terceira safras, deverá apresentar uma área de 18,4 milhões de hectares, e uma produção recorde de 100,6 milhões de toneladas.³

Dentre as pragas mais comuns encontradas na agricultura brasileira, destaca-se a lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), que pode reduzir o rendimento em até 57 % dependendo da safra e do híbrido utilizado.⁴ Historicamente, a lagarta é controlada com uso de agroquímicos de diferentes grupos químicos, como piretroides, organofosforados e outros que são utilizados no início do ataque, quando notado nas plantações.⁵ A preocupação atual com uso deste tipo de controle tem sido com as populações resistentes aos produtos químicos e a diminuição dos agentes de controle biológico, devido ao uso inadequado dos agroquímicos.⁶ A adoção limitada do manejo integrado de pragas (MIP) e estratégias de gerenciamento de resistência de insetos afetaram negativamente o controle da lagarta-do-cartucho no Brasil.

Atualmente, a evolução da resistência de lagarta-do-cartucho do milho a algumas tecnologias de milho Bt (milho geneticamente modificado, no qual foram introduzidos genes específicos da bactéria de solo, *Bacillus thuringiensis*) aumentou o uso de inseticidas contra essa praga em regiões produtoras de milho.⁷ Neste contexto, a busca por novos produtos mais seletivos, que sejam menos tóxicos e menos danosos ao meio ambiente é de grande importância.¹ Assim, técnicas alternativas de controle vêm sendo buscadas, incluindo-se dentre elas os inseticidas de origem vegetal. O uso de extratos e óleos essenciais isolados de plantas é uma alternativa à utilização de inseticidas sintéticos.

O gênero *Myrsine* é um dos mais diversos da família Primulaceae (anteriormente denominada Myrsinaceae) no Brasil, com 26 espécies, das quais 16 são consideradas endêmicas.⁸ Estudos fitoquímicos com espécies de *Myrsine* têm relatado a presença de flavonoides,⁹⁻¹³ hidroquinonas,¹²⁻¹⁶ benzoquinonas,¹⁷ terpenos,¹⁸ saponinas,¹¹ além de derivados do ácido benzoico¹⁹⁻²² e óleos essenciais.^{18,23-25} Adicionalmente, compostos isolados de *Myrsine* têm sido descritos por suas atividades biológicas,^{11,13,19-21,26} incluindo atividade inseticida.¹² Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de extratos de *Myrsine coriacea* sobre a lagarta-do-cartucho do milho, *S. frugiperda*, bem como o isolamento de metabólitos secundários desta espécie vegetal.

2. Material e Métodos

2.1. Procedimentos experimentais gerais

Os experimentos de RMN (Ressonância Magnética Nuclear) foram adquiridos em MeOD (metanol deuterado), utilizando espectrômetro Bruker Avance III - 9,4 (400 MHz para frequência do hidrogênio e 100 MHz para carbono), equipado com trocador automático de amostra e sonda de 5 mm BFO (*smart probe* com ATMA®).

2.2. Material vegetal

As folhas e os frutos *Myrsine coriacea* (um indivíduo) foram coletados no mês de setembro de 2008, em Anápolis-Goiás, no *Campus* da Universidade Estadual de Goiás, e identificados pela Dra Maria de Fatima Freitas (UFRJ). A exsicata do material vegetal encontra-se depositada no Herbário da Universidade Estadual de Goiás (n.º. 4215).

2.3. Obtenção dos extratos

As folhas de *M. coriacea* (675,5 g) foram secas em estufa com circulação de ar à temperatura de aproximadamente 50 °C, moídas em moinho de facas e extraídas com etanol 95 % a frio (3 ciclos extrativos, com agitação manual esporádica), levando à obtenção do extrato denominado MCFE (227,5 g, 33,7 %). Os frutos (412,5 g) foram triturados e submetidos à extração com etanol 95 % a frio (3 ciclos extrativos, com agitação manual esporádica), resultando no extrato denominado MCFrE (62,0 g, 15,0 %). Em ambos os casos, o solvente foi evaporado em evaporador rotativo, à temperatura de 45 °C.

2.4. Fracionamento do extrato das folhas

O extrato etanólico das folhas de *M. coriacea* (227,5 g) foi suspenso em uma mistura EtOH (etanol)/H₂O (água) (1:3) e particionado sucessivamente com hexano, CH₂Cl₂ (diclorometano) e AcOEt (acetato de etila). Após a evaporação dos solventes foram obtidas quatro frações: MCFEH (fração hexânica, 17,0 g), MCFED (fração diclorometânica, 18,0 g), MCFEA (fração acetato de etila, 30,0 g) e MCFEW (fração hidroalcolólica, 80,0).

Parte da fração MCFEA (5,0 g) foi submetida a fracionamento em coluna (ϕ x h = 5,5 x 24 cm) de sílica gel (230 – 400 mesh), eluída com CH₂Cl₂/MeOH (metanol) (9:1) em eluição isocrática. Foram obtidas 14 frações: MCFEA 1 - MCFEA 14. A fração MCFEA 13 (500 mg) foi submetida a fracionamento em coluna (ϕ x h = 3 x 15 cm) de sílica gel (230 – 400 mesh), eluída com CH₂Cl₂/MeOH (9:1) em eluição isocrática, resultando em nove frações: MCFEA 13.1 - MCFEA 13.9. A fração MCFEA 13.3 (150 mg) foi submetida a fracionamento por CLAE (Cromatografia

Líquida de Alta Eficiência), coluna preparativa C₁₈, Phenomenex, (ϕ x h = 1 x 30 cm), eluída com MeOH/H₂O (2,5:7,5) em eluição isocrática, fornecendo a substância **1** (10 mg, 0,2 %). A fração MCFEA 7 (400 mg) foi submetida a fracionamento em coluna (ϕ x h = 3 x 19 cm) de sílica gel (230 – 400 mesh), eluída com CH₂Cl₂/MeOH (9,6:0,4) em eluição isocrática, fornecendo a substância **2** (5 mg, 0,1 %).

2.5. Ensaios biológicos por ingestão com *S. frugiperda*

Os ensaios biológicos foram realizados em condições de laboratório a 25 ± 1 °C, UR (umidade relativa) de 70 ± 5 % e fotofase de 12 h. Para realização dos testes, foi mantida em laboratório criação de *S. frugiperda* (J.E. Smith), em dieta artificial.²⁷ Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10 %.

Para a realização dos bioensaios, os extratos brutos das folhas e dos frutos de *M. coriacea* foram incorporados à dieta artificial para *S. frugiperda* na proporção de 100 mg de extrato para 100 g de dieta (0,1 % de extrato na dieta). A incorporação do extrato foi feita ao final do preparo da dieta quando esta apresentava temperatura de cerca de 50 °C, evitando assim a degradação dos possíveis compostos presentes.²⁸ Além das dietas correspondentes a cada tratamento, foi também preparada uma dieta controle, sem extrato, utilizando uma mistura de solventes (hexano/metanol/água 1:1:1) e outro tratamento composto somente pela dieta artificial. Depois do preparo, as dietas foram vertidas em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro), previamente esterilizados e em seguida tampados com algodão hidrófugo. Após 24 h, foi feita a inoculação das lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda*, utilizando-se uma lagarta por tubo. As pupas obtidas foram pesadas 24 h após a pupação e transferidas para copos plásticos de 50 mL de capacidade, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Os parâmetros avaliados foram: duração das fases larval e pupal; peso das pupas e porcentagem de insetos mortos (mortalidade) ao final de cada fase. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, distribuídas em três repetições de dez lagartas cada, em delineamento completamente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação entre médias dos tratamentos foi feita através do Teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização dos constituintes químicos

O estudo químico do extrato etanólico das folhas de *M. coriacea* resultou no isolamento e identificação do flavanol catequina (**1**) e do flavanol quercetina (**2**) (Figura 1). As estruturas dos flavonoides foram elucidadas com base nas análises dos dados de RMN ¹H (Tabela 1), além da comparação com dados publicados anteriormente.

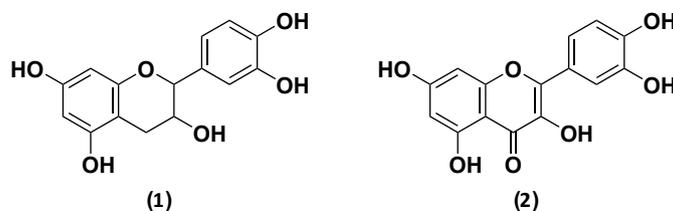


Figura 1. Flavonoides de *Myrsine coriacea*.

Tabela 1. Dados de RMN ¹H (400 MHz, MeOD) dos compostos 1 e 2

H	δ_H (ppm)	
	catequina (1)	quercetina (2)
2	4,58 (d, $J_{(H-2, H-3)} = 7,8$ Hz)	
3	3,98 (ddd, $J_{(H-3, H-4\alpha)} = 5,2$ Hz, $J_{(H-3, H-2)} = 7,8$ Hz e $J_{(H-3, H-4\beta)} = 8,4$ Hz)	
4 α	2,82 (dd, $J_{(H-4\alpha, H-3)} = 5,2$ Hz e $J_{(H-4\alpha, H-4\beta)} = 16,1$ Hz)	
4 β	2,52 (dd, $J_{(H-4\beta, H-3)} = 8,4$ Hz e $J_{(H-4\beta, H-4\alpha)} = 16,1$ Hz)	
6	5,85 (d, $J_{(H-6, H-8)} = 2,3$ Hz)	6,26 (d, $J_{(H-6, H-8)} = 2,0$ Hz)
8	5,92 (d, $J_{(H-8, H-6)} = 2,3$ Hz)	6,52 (d, $J_{(H-8, H-6)} = 2,0$ Hz)
2'	6,83 (d, $J_{(H-2', H-6')} = 1,5$ Hz)	7,82 (d, $J_{(H-2', H-6')} = 2,4$ Hz)
5'	6,74 (m)	6,98 (d, $J_{(H-5', H-6')} = 8,4$ Hz)
6'	6,74 (m)	7,68 (dd, $J_{(H-6', H-5')} = 8,4$ Hz e $J_{(H-6', H-2')} = 2,4$ Hz)

A substância **1** apresentou-se como um sólido branco. No espectro de RMN ¹H (MeOD, 400 MHz) foram observados sinais na região de deslocamentos químicos de hidrogênios aromáticos em δ_H 5,92 ppm (d, $J = 2,3$ Hz) e 5,85 ppm (d, $J = 2,3$ Hz), referentes aos hidrogênios H-8 e H-6, respectivamente, do anel A de um flavonoide substituído nas posições C-5 e C-7. O sinal em δ_H 6,83 ppm (d, $J = 1,5$ Hz) foi atribuído ao hidrogênio H-2', enquanto o conjunto de sinais em δ_H 6,74 ppm (m) foi atribuído aos hidrogênios H-5' e H-6'. Os sinais em δ_H 4,58 ppm (d, $J = 7,8$ Hz), 3,98 ppm (ddd, $J = 5,2$ Hz, 7,8 Hz e 8,4 Hz), 2,82 ppm (dd, $J = 5,2$ Hz e 16,1 Hz) e 2,52 ppm (dd, $J = 8,4$ Hz e 16,1 Hz) referem-se aos sinais dos hidrogênios H-2, H-3, H-4 α e H-4 β , respectivamente. Estas informações, em comparação com dados da literatura,²⁹ permitiram concluir que a substância em questão se trata da catequina.

A substância **2** apresentou-se como um sólido amarelo. No espectro de RMN ¹H (MeOD, 400 MHz) foi possível observar um sinal em δ_H 7,82 ppm (d, $J = 2,4$ Hz), atribuído

ao H-2', além dos sinais em 6,98 ppm (d, $J = 8,4$ Hz) e 7,68 ppm (dd, $J = 2,4$ Hz e 8,4 Hz), referentes aos hidrogênios H-5' e H-6', respectivamente. Foram observados, ainda, sinais em δ_H 6,26 ppm (d, $J = 2,0$ Hz) e 6,52 ppm (d, $J = 2,0$ Hz), atribuídos aos hidrogênios H-6 e H-8, respectivamente, do sistema benzopirânico, além do sinal do hidrogênio quelado em δ_H 12,16 ppm (s). Estas informações, em comparação com dados da literatura,^{30,31} permitiram concluir que a substância em questão se trata da quercetina.

A presença de flavonoides, tanto na forma glicosilada quanto na forma aglicona, tem sido relatada em algumas espécies de *Myrsine*. Dos extratos metanólicos das folhas e dos brotos de *M. africana* foram isolados quercetina, miricetina e kaempferol, além de uma série de glicosídeos da miricetina e da quercetina.^{9,13} Glicosídeos também estão presentes nas folhas e nos frutos de *M. seguinii*, conforme descrito por Zhong *et al.* (1997)¹⁰ e Matsunami *et al.* (2011)¹¹, respectivamente, e no rizoma de *M. stolonifera*.¹² Em adição aos flavonoides glicosilados,

Tabela 2. Médias da duração da fase larval e pupal, peso pupal, mortalidade larval e pupal de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial contendo os extratos etanólicos das folhas e dos frutos de *M. coriacea* (100 mg extrato/100 g dieta). Temp.: 25 \pm 1 °C; UR: 70 \pm 5 % e fotofase: 12 h

	Duração (dias)		Mortalidade (%) ¹		Massa Pupal (mg) ²
	Fase Larval ¹	Fase Pupal ¹	Fase Larval	Fase Pupal	
Folhas	36,00 \pm 4,50 ^a	19,46 \pm 2,37 ^a	46,67 \pm 15,27 ^a	11,33 \pm 10,26 ^a	260,27 \pm 41,89 ^a
Frutos	35,05 \pm 2,99 ^a	18,00 \pm 1,24 ^a	26,67 \pm 5,77 ^{ab}	14,00 \pm 14,53 ^a	273,09 \pm 35,56 ^a
Controle	16,36 \pm 1,62 ^b	10,80 \pm 1,20 ^b	10,00 \pm 1,00 ^b	8,93 \pm 7,79 ^a	266,95 \pm 27,18 ^a
Dieta	17,45 \pm 2,41 ^b	10,12 \pm 1,54 ^b	10,00 \pm 1,00 ^b	12,50 \pm 21,65 ^a	271,63 \pm 23,34 ^a

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Médias não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

França *et al.* (2011)³² descrevem a presença da epicatequina no extrato de folhas e galhos de *M. rubra*. Trabalhos anteriores com *M. coriacea* descrevem o isolamento do ácido myrsinoico A, um derivado do ácido benzoico, a partir dos frutos da espécie,¹² além de sesquiterpenos como β -elemeno, γ -muuroleno e α -cadineno, identificados como sendo os componentes majoritários do óleo essencial das folhas de *M. coriacea*.²³

3.2. Atividade inseticida de extratos de folhas e frutos de *M. coriacea*

Ao comparar as lagartas alimentadas com os extratos das folhas e dos frutos de *M. coriacea* incorporado à dieta artificial, observa-se que o extrato das folhas de *M. coriacea* ocasionou uma moderada mortalidade larval de 46,67 % (Tabela 2).

As lagartas alimentadas com os extratos etanólicos das folhas e dos frutos de *M. coriacea* incorporadas à dieta artificial apresentaram alongamento da fase larval de 19,64 e 18,69 dias, respectivamente em relação ao controle (16,36 dias) (Tabela 2). Verificou-se, portanto, uma tendência na inibição do crescimento para os extratos de folhas e frutos. Observou-se também um alongamento da fase pupal para as lagartas alimentadas com os extratos.

Segundo Rodríguez e Vendramim (1996),³³ o alongamento da fase larval pode trazer muitos prejuízos para a espécie, visto que estará propenso ao ataque de parasitas, parasitoides e entomopatógenos, provocando maior competição por alimento. Os adultos que emergirem dessas lagartas não estarão sincronizados com a população normal, forçando-os a cópula entre indivíduos da mesma linhagem.

De acordo com Tanzubil e McCaffery (1990),³⁴ o alongamento da fase larval pode não estar ligado a fagoiniibição, mas sim ao fato que o organismo do inseto gaste muito mais energia na quebra de toxinas presentes na dieta, provenientes do extrato, do que com o crescimento do indivíduo. Com relação aos extratos de *M. coriacea*, é mais provável a hipótese de que não houve fagoiniibição, visto que houve um alongamento da fase larval e não houve diferença significativa da massa pupal.³⁴

Relatos na literatura associam a atividade inseticida de espécies de *Myrsine* à presença de flavonoides e flavonoides glicosilados,¹² visto ser conhecida a atividade inseticida desta classe de metabólitos.^{35,36}

Urrea-Bulla *et al.* (2004)³⁷ e Marques *et al.* (2016)³⁸ relataram a atividade anti-alimentar e os efeitos tóxicos da catequina em *S. frugiperda*. Rani e Pratyusha (2013)³⁹ observaram estes mesmos efeitos em *S. litura* utilizando ensaio de disco foliar sem chance de escolha. Adicionalmente, Mesbah *et al.* (2007)⁴⁰ relataram o efeito tóxico da quercetina em *S. littoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae). Essa toxicidade foi atribuída ao efeito anti-alimentar que impediu o crescimento normal e o desenvolvimento, causando deformação pupal, bem como uma redução da oviposição.⁴⁰

4. Considerações Finais

Este estudo constitui o primeiro relato da atividade inseticida de plantas do gênero *Myrsine* sobre a lagarta-do-cartucho do milho, *S. frugiperda*. Além disso, a identificação dos flavonoides catequina e quercetina a partir do extrato das folhas de *M. coriacea* contribui com o melhor conhecimento da química de flavonoides de *Myrsine*.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, proc. 2012/25299-6) pelas bolsas e apoios financeiros concedidos.

Referências Bibliográficas

1. Lima Junior, I. S.; Degrande, P. E.; Melo, E. P.; Bertinello, T. F.; Suekane, R.; Infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho nas condições de sequeiro e irrigado. *Revista Agrarian* **2012**, 5, 14. [Link]
2. USDA (United States Department of Agriculture), 2º levantamento para a safra mundial de milho 2020/21, 2020. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em: 15 julho 2020.
3. Companhia Nacional de Abastecimento, safra 2019/20, décimo levantamento, v. 7, n.10, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 julho 2020.
4. Cruz, I.; Figueiredo, M. L. C.; Silva, R. B.; Silva, I. F.; Paula, C. S.; Foster, J. E.; Using sex pheromone traps in the decision-making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* [Smith] [Lepidoptera: Noctuidae]) larvae in maize. *International Journal of Pest Management* **2012**, 58, 83. [CrossRef]
5. Jesus, F. L.; Boiçá Junior, A. L.; Em Tópicos em entomologia agrícola II, Editores: Silva, A. G.; Rodrigues, C. A.; Becaro, C. K.; Bottega, D. B.; Haddad, G. K.; Alvez, G. C. S.; Janini, J. C., eds.; Funep: Jaboticabal, 2009, cap 5.
6. Cruz, I.; Gonçalves, E. P.; Figueiredo, M. L. C.; Effect of a nuclear polyhedrosis virus on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae, its damage and yield of maize crop. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* **2002**, 1, 20. [Link]
7. Burtet, L. M.; Bernardi, O.; Melo, A. A.; Pes, M. P.; Strahl, T. S.; Guedes, J. V. C.; Managing fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), with Bt maize and insecticides in southern Brazil. *Pest Management Science* **2017**, 73, 2569. [CrossRef] [PubMed]

8. Freitas, M. F.; Carrijo, T. T.; Luna, B. N.; Sinopse dos gêneros de Primulaceae no Brasil. *Rodriguésia* **2017**, *68*, 129. [[CrossRef](#)]
9. Arot, L. O. M.; Midiwo, J. O.; Kraust, W.; A flavonol glycoside from *Myrsine africana* leaves. *Phytochemistry* **1996**, *43*, 1107. [[CrossRef](#)]
10. Zhong, X. -N.; Otsuka, H.; Ide, T.; Hirata, E.; Takushi, A.; Takeda, Y.; Three favonoid glycosides from leaves of *Myrsine seguinii*. *Phytochemistry* **1997**, *46*, 943. [[CrossRef](#)]
11. Matsunami, K.; Otsuka, H.; Takeda, Y.; Myrseguinosides A-E, five new glycosides from the fruits of *Myrsine seguinii*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* **2011**, *59*, 1274. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Wang, X. G.; Li, Q.; Jiang, S. R.; Li, P.; Yang, J. Z.; Chemical composition and insecticidal property of *Myrsine stolonifera* (Koidz.) Walker (Family: Myrsinaceae) on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Acta Tropica* **2017**, *170*, 70. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Kishore, N.; Twilley, D.; Blom van Staden, A.; Verma, P.; Singh, B.; Cardinali, G.; Kovacs, D.; Picardo, M.; Kumar, V.; Lall, N.; Isolation of flavonoids and flavonoid glycosides from *Myrsine africana* and their inhibitory activities against mushroom tyrosinase. *Journal of Natural Products* **2018**, *81*, 49. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Zhong, X. -N.; Otsuka, H.; Ide, T.; Hirata, E.; Takushi, A.; Takeda, Y.; Hydroquinone glycosides from leaves of *Myrsine seguinii*. *Phytochemistry* **1998**, *49*, 2149. [[CrossRef](#)]
15. Zhong, X. -N.; Otsuka, H.; Ide, T.; Hirata, E.; Takushi, A.; Takeda, Y.; Hydroquinone diglycoside acyl esters from the leaves of *Myrsine seguinii*. *Phytochemistry* **1999**, *52*, 923. [[CrossRef](#)]
16. Zou, Y. -P.; Tana, C. -H.; Wanga, B. -D.; Zhu, D. -Y.; Kimb, S. -K.; Chemical constituents from *Myrsine africana* L. *Helvetica Chimica Acta* **2008**, *91*, 2168. [[CrossRef](#)]
17. Manguro, L. O. A.; Midiwo, J. O.; Kraus, W.; Ugi, I.; Benzoquinone derivatives of *Myrsine africana* and *Maesa lanceolata*. *Phytochemistry* **2003**, *64*, 855. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Corrêa, A. L.; França, H. S.; Tietbohl, L. A. C.; Luna, B. N.; Santos, M. G.; Freitas, M. F.; Oliveira, A. P.; Rocha, L.; Volatile constituents of three *Myrsine* L. species from Brazil. *Records of Natural Products* **2017**, *11*, 82. [[Link](#)]
19. Dong, M.; Nagaoka, M.; Miyazaki, S.; Iriye, R.; Hirota, M.; 3-Geranyl-4-hydroxy-5-(3'-methyl-2'-butenyl)benzoic acid as an anti-inflammatory compound from *Myrsine seguinii*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* **1999**, *63*, 1650. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Hirota, M.; Miyazaki, S.; Minakuchi, T.; Takagi, T.; Shibata, H.; Myrsinoic acids B, C and F, anti-inflammatory compounds from *Myrsine seguinii*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* **2002**, *66*, 655. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
21. Makabe, H.; Miyazaki, S.; Kamo, T.; Hirota, M.; Myrsinoic acid E, an anti-inflammatory compound from *Myrsine seguinii*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* **2003**, *67*, 2038. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Burger, M. C. M.; Oliveira, G. S.; Menezes, A. C. S.; Vieira, P. C.; Silva, M. F. G. F.; Veiga, T. A. M.; Ácido myrsinoico A e derivado: inibidores da fotossíntese *in vitro*. *Química Nova* **2012**, *35*, 1395. [[CrossRef](#)]
23. Luna, B. N.; Defaveri, A. C. A.; Sato, A.; Bizzo, H. R.; Freitas, M. F.; Barros, C. F.; Leaf secretory tissues in *Myrsine coriacea* and *Myrsine venosa* (Primulaceae): Ontogeny, morphology, and chemical composition of essential oils. *Botany* **2014**, *92*, 757. [[CrossRef](#)]
24. Cabral, J. B.; Luna, B. N.; Freitas, M. F.; Gama, P. E.; Bizzo, H. R.; Antunes e Defaveri, A. C.; Sato, A.; Essential oil composition of *Myrsine glazioviana* Warm. and *Myrsine squarrosa* (Mez) M.F. Freitas & Kin.-Gouv. (Primulaceae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* **2019**, *22*, 469. [[CrossRef](#)]
25. Costa, L. F. P. B.; Contini, S. H. T.; Teixeira, S. P.; Freitas, M. F.; França, S. C.; Bertoni, B. V.; Pereira, A. M. S.; Secretory structures and chemical composition of the essential oil from leaves of *Myrsine leuconeura* Mart. (Primulaceae). *Flora* **2020**, *262*, 151496. [[CrossRef](#)]
26. Corrêa, A. L.; Oliveira, A. P.; Ruppelt, B. M.; de Araújo, E. R. A.; Santos, M. G.; Caldas, G. R.; Muylaert, F. F.; Amendoeira, F. C.; Ferraris, F. K.; de Souza, C. M. V.; Fuly, A. L.; Rocha, L.; Protective effect of *Myrsine parvifolia* plant extract against the inflammatory process induced by *Bothrops jararaca* snake venom. *Toxicon* **2018**, *157*, 66. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Parra, J. R. P.; Em *Controle microbiano de insetos*, Alves, S. B. (eds.). Editora Manole: São Paulo, 1986, p.348-376.
28. Matos, A. P.; Leite, A. C.; Batista-Pereira, L. G.; Vieira, P. C.; Fernandes, J. B.; Silva, M. F. G. F.; Effects of limonoids from *Cipadessa fruticosa* on fall armyworm. *Zeitschrift für Naturforschung, C: Journal of Biosciences* **2009**, *64c*, 441. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Davis, A. L.; Cai, Y.; Davies, A. P.; Lewis, J. R.; ¹H and ¹³C NMR Assignments of some green tea polyphenols. *Magnetic Resonance in Chemistry* **1996**, *34*, 887. [[CrossRef](#)]
30. Strugała, P.; Tronina, T.; Huszcza, E.; Gabrielska, J.; Bioactivity in vitro of quercetin glycoside obtained in *Beauveria bassiana* culture and its interaction with liposome membranes. *Molecules* **2017**, *22*, 1520. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Mouffok, S.; Haba, H.; Lavaud, C.; Long, C.; Benkhaled, M.; Chemical constituents of *Centaurea omphalotricha* Coss. & Durieu ex Batt. & Trab. *Records of Natural Products* **2012**, *6*, 292. [[Link](#)]
32. França, H.; Corrêa, A. L.; Oliveira, A. P.; Kuster, R. M.; Santos, R. P.; Rocha, L.; Flavonoids from *Myrsine rubra* M. F. Freitas & Kinoshita (Myrsinaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* **2011**, *39*, 885. [[CrossRef](#)]
33. Rodríguez, H. C.; Vendramim, J. D.; Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas* **1996**, *42*, 14. [[Link](#)]
34. Tanzubil, P. B.; McCaffery, A. R.; Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection* **1990**, *9*, 383. [[CrossRef](#)]
35. Bermúdez-Torres, K.; Herrera, J. M.; Brito, R. F.; Wink, M.; Legal, L.; Activity of quinolizidine alkaloids from three *Mexican lupinus* against the lepidopteran crop pest *Spodoptera frugiperda*. *BioControl* **2009**, *54*, 459. [[CrossRef](#)]
36. Nebo, L.; Varela, R. M.; Molinillo, J. M. G.; Sampaio, O. M.; Severino, V. G. P.; Cazal, C. M.; Silva, M. F. G. F.; Fernandes, J. B.; Macías, F. A.; Phytotoxicity of alkaloids, coumarins and flavonoids isolated from 11 species belonging to the Rutaceae and Meliaceae families. *Phytochemical Letters* **2014**, *8*, 226. [[CrossRef](#)]
37. Urrea-Bulla, A.; Suárez, M. M.; Moreno-Murillo, B.; Biological activity of phenolic compounds from *Alchornea glandulosa*. *Fitoterapia* **2004**, *75*, 392. [[CrossRef](#)]

38. Marques, T. R.; Caetano, A. A.; Alves, D. S.; Ramos, V. O.; Simão, A. A.; Carvalho, G. A.; Corrêa, A. D.; *Malpighia emarginata* DC. bagasse acetone extract: phenolic compounds and their effect on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Chilean Journal of Agricultural Research* **2016**, *76*, 55. [[CrossRef](#)]
39. Rani, P. U.; Pratyusha, S.; Defensive role of *Gossypium hirsutum* L. anti-oxidative enzymes and phenolic acids in response to *Spodoptera litura* F. feeding. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **2013**, *16*, 131. [[CrossRef](#)]
40. Mesbah, H. A.; Saad, A. S.; Mourad, A. K.; Taman, F. A.; Mohamed, I. B.; Biological performance of quercetin on the cotton leaf-worm larvae, *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lep., Noctuidae) and prevailing natural enemies in the Egyptian cotton fields. *Communications in Agricultural Applied Biological Science* **2007**, *72*, 611. [[PubMed](#)]