

Flavonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica

Flavones and flavonols: new insights into their chemical structure and biological function

Magna Maria Macedo Ferreira^{1*}, Adriano Henrique Cruz de Oliveira², Nádya Souza dos Santos³

Resumo - Nos últimos anos, diversos pesquisadores no mundo têm estudado a diversidade química das flavonas e dos flavonóis, os quais são tipos de flavonóides que, por sua vez, fazem parte de um grupo particular de metabólitos secundários, os compostos fenólicos. Os metabólitos secundários são compostos orgânicos produzidos pelos vegetais, aparentemente sem função direta no seu crescimento e desenvolvimento, os quais incluem terpenos, composto fenólicos e compostos nitrogenados. Esses compostos são restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas. Os flavonóides constituem a maior classe de fenólicos vegetais. As flavonas e os flavonóis são protetores químicos que absorvem luz em comprimentos de onda mais curtos do que aqueles visíveis ao olho humano, protegendo as células vegetais dos danos causados pela fotoxidação. Além dessa função protetora, ainda funcionam como sinais atrativos para insetos como as abelhas, que enxergam na faixa extrema do ultravioleta. Os flavonóis em uma flor formam padrões simétricos de listras, pontos ou círculos concêntricos chamados de guias de nectário. Tendo-se um melhor conhecimento da estrutura química desses flavonóides, é possível se entender mais sobre a dinâmica biológica da relação polinizador-nectário, o que poderá permitir que, num futuro próximo, se manipule essa relação para fins não apenas de aumento na produtividade de algumas plantas cultivadas, mas também para fins de conservação do meio ambiente, uma vez que o uso abusivo de defensivos químicos na agricultura tem diminuído a população de polinizadores em muitos agroecossistemas.

Palavras-chave - Flavonóides. Guias de nectário. Margarida amarela. *Rudbeckia* sp.

Abstract - In last years, various researchers in world has studied the flavones and flavonols chemical diversity, which are types of flavonoids which makes part of a particular group of secondary metabolites, the phenolic compounds. The secondary metabolites are organic compounds produced by vegetables, apparently without direct function in your growth and development, which included terpenes, phenolic compounds and nitrogen compounds. Theses compounds are restrict to a vegetable specie or to a group of connected species. The flavonoids are the larger class of vegetable phenolics. The flavones and flavonols are chemical protectors which absorb light in wave length more shorts than the visible to human eye, protecting the vegetable cells against the damage caused by photoxidation. Moreover, the flavones and flavonols have function of attractive signals to insects as the bees, which look in extreme band of the ultra-violet. The flower flavonol form symmetric standard of stripes, points or concentric circles called nectary guide. Having a better knowledge of chemical structure from this flavonoids, is possible comprise more on the biological dynamic of pollinization agent-nectary, which can allow which, in a near future, this relation can be worked to finality not only on increase in production of any cultivated plants, but also to finality of environment conservation, since the abusive use of chemical defensives in agriculture have lowed the pollinization agent population in very agricultural systems.

Key words - Flavonoids. Nectary guides. Yellow daisy. *Rudbeckia* sp.

*- Autor para correspondência

¹Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR, BR 174, km 12, s/n, *Campus* Cauamé, Boa Vista-RR, 69.310-170, magna.m.m.ferreira@bol.com.br

²Discente do curso de Agronomia do CCA/UFRR, ahcoliveir@hotmail.com

³Discente do curso de Agronomia do CCA/UFRR, nadia_angels@hotmail.com

Em abril de 2007, os pesquisadores austríacos *K. M. Valant-Vetschera* e *E. Wollenweber* da *University of Vienna* concluíram uma pesquisa sobre a diversidade química das flavonas e dos flavonóis em membros da família *Asteraceae*, que inclui a alface, o almeirão e a chicória, cujos resultados foram publicados no *Journal of Biosciences* (VALANT-VETSCHERA; WOLLENWEBER, 2007).

No mesmo ano, o pesquisador japonês, *T. Nakanishi*, da *Faculty of Pharmaceutical Sciences, Setsunan University*, concluiu, em dezembro de 2007, os resultados de pesquisa que durou 47 anos sobre as estruturas química e biológica de vários metabólitos secundários de plantas nativas dos Estados Unidos, México, Guatemala e Honduras, entre eles as flavonas e os flavonóis (NAKANISHI, 2007). Os resultados da pesquisa encontram-se publicados no *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*.

Mas, o que são flavonas e flavonóis? Flavonas e flavonóis são tipos de flavonóides encontrados em flores. Os flavonóides, por sua vez, fazem parte de um grupo particular de metabólitos secundários, os compostos fenólicos. Os metabólitos secundários são compostos orgânicos produzidos pelos vegetais, aparentemente sem função direta no seu crescimento e desenvolvimento, em processos como fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação, síntese de proteínas, assimilação de nutrientes, diferenciação ou síntese de carboidratos, proteínas e lipídeos.

Os metabólitos secundários, os quais incluem terpenos, composto fenólicos e compostos nitrogenados, são restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas, enquanto que os metabólitos primários (aminoácidos, nucleotídeos, açúcares e acil lipídeos) são encontrados em todo reino vegetal.

Os flavonóides constituem a maior classe de fenólicos vegetais. A estrutura química dos flavonóides consiste de 15 carbonos organizados em dois anéis aromáticos, ligados por uma cadeia de três carbonos (Figura 1).

As flavonas (Figura 2) e os flavonóis (Figura 3) são protetores químicos que absorvem luz em comprimentos de onda mais curtos do que àqueles visíveis ao olho humano, protegendo as células vegetais dos danos causados pela fotoxidação. Além dessa função protetora, esses dois flavonóides ainda funcionam como sinais atrativos para insetos como as abelhas, que enxergam na faixa extrema do ultravioleta (Figura 4).

Como as flavonas absorvem numa faixa de radiação que o ser humano não percebe – o ultra-violeta -, repelindo todo o restante do espectro da luz solar, o resultado é a soma de todo o restante da luz visível do espectro eletromagnético

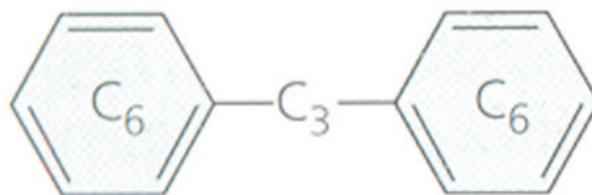


Figura 1 - A estrutura química dos flavonóides consiste de 15 carbonos organizados em dois anéis aromáticos, ligados por uma cadeia de três carbonos. Fonte: Taiz e Zeiger (2004)

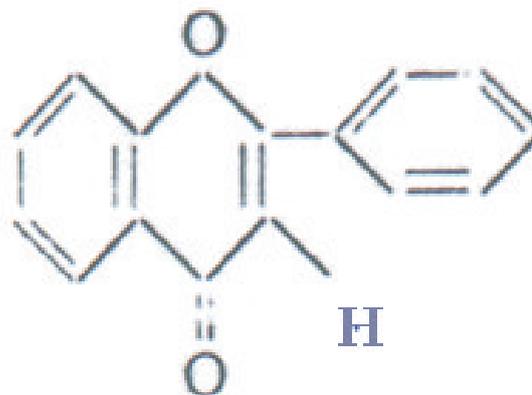


Figura 2 - Estrutura química das flavonas. Fonte: Costa (2002).

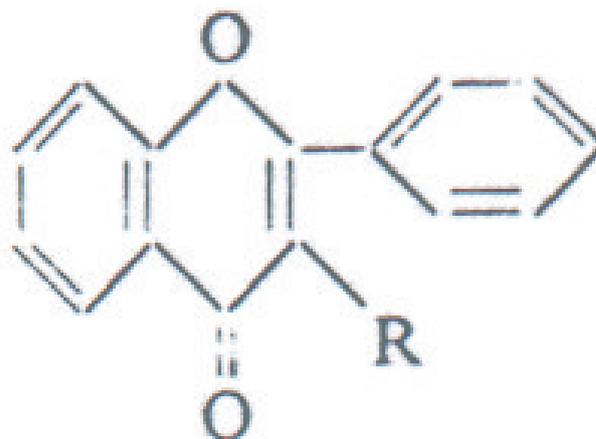


Figura 3 - Estrutura química dos flavonóis. Fonte: Costa (2002).

do sol, ou seja, a cor branca apresentada por algumas flores. Algumas vezes conferem coloração amarela.

Os flavonóis em uma flor, muitas vezes, formam padrões simétricos de listras, pontos ou círculos concêntricos chamados de *guias de nectário*. Tais padrões podem se conspícuos a insetos e acredita-se que auxiliam na localização do pólen e do néctar.

As flavonas e os flavonóis não estão restritos às flores; eles também estão presentes nas folhas de todas as plantas verdes. Essas duas classes de flavonóides agem na proteção das células contra o excesso de radiação UV-B (280-320 nm), pois se acumulam nas camadas epidérmicas das folhas e caules e absorvem intensamente a luz na região do UV-B, enquanto permitem a passagem contínua dos comprimentos de luz visível, os quais contêm as cores azul e vermelha, fotossinteticamente ativas. Além disso, foi demonstrado que o aumento da exposição de plantas à luz UV-B resulta na maior síntese de flavonas e flavonóis.

Os mutantes de *Arabidopsis thaliana*, que não apresentam a enzima chalcona sintase, não produzem flavonóides. Com a ausência de flavonóides, essas

plantas são muito mais sensíveis à radiação UV-B do que os tipos selvagens e crescem pouco sob condições normais. No entanto, quando protegidos da luz UV, essas plantas crescem normalmente. Um grupo de ésteres de fenilpropanóides simples também apresenta importância na proteção contra luz UV em *Arabidopsis*.

Em (A) a inflorescência apresenta lígulas amarelas e um disco central marron. Em (B) as extremidades das lígulas aparecem como amarelo-claro, a porção interna das lígulas como amarelo-escuro e o disco central, preto (Figura 4). Os flavonóis que absorvem na região da luz ultravioleta são encontrados nas partes internas das lígulas, mas não nas extremidades. A distribuição dos flavonóis e a sensibilidade dos insetos à parte do espectro UV contribuem para o padrão “olho-de-boi”, visto pelas abelhas, o que, possivelmente, as auxilia na localização do pólen e do néctar. Uma iluminação especial foi utilizada para estimular a sensibilidade espectral do sistema visual das abelhas.

Outras funções dos flavonóides foram recentemente descobertas. Por exemplo, as flavonas e os flavonóis secretados no solo pelas raízes das leguminosas servem de mediadores na interação das plantas com os microrganismos simbiotes fixadores de nitrogênio (THEUNIS *et al.*, 2004). Estudos recentes sugerem que os flavonóides também apresentam uma atividade de regulação do desenvolvimento vegetal, como moduladores do transporte polar da auxina (BUER; MUDAY, 2004).

Dessa forma, tendo-se um melhor conhecimento da estrutura química desses flavonóides, é possível se entender mais sobre a dinâmica biológica da relação polinizador-nectário. Esse entendimento poderá permitir que, num futuro próximo, se manipule essa relação para fins não apenas de aumento na produtividade de algumas plantas cultivadas através do aumento na polinização e na variabilidade genética, mas também para fins de conservação do meio ambiente, uma vez que o uso abusivo de defensivos químicos na agricultura, especialmente pela parte da manhã, tem diminuído de forma significativa a população de polinizadores em muitos agroecossistemas, em especial a população de abelhas.



Figura 4 - A margarida amarela (*Rudbeckia* sp) como vista por humanos (A) e como deve ser vista por abelhas (B). Fonte: © Thomas Eisner.

Literatura científica citada

BUER, C. S.; MUDAY, G. K. The transparent testa4 mutation prevents flavonoid synthesis and alters auxin transport and the response of *Arabidopsis* roots to gravity and light. **Plant Cell**, v. 16, p. 1191-1205, 2004.

HARNLY, J. M. *et al.* Flavonoid content of U.S. fruits, vegetables and nuts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 26, p. 9966-9977. 2006.

KOWALSKA, I. *et al.* Flavonoids from barrel medic (*Medicago truncatula*) aerial parts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 7, p. 2645-2652. 2007.

NAKANISHI, T. Search and structural elucidation of medicinal products from the vegetable kingdom (Crude Drugs and Plant Materials). **Yakugaku Zasshi**, v. 127, n. 12, p. 1975-1996. 2007.

SCHIJLEN, E. *et al.* Pathway engineering for healthy phytochemicals leading to the production of novel flavonoids in tomato fruit. **Plant Biotechnology Journal**, v. 4, n. 4, p. 433-444. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Artmed, Porto Alegre, 2004, 719p.

THEUNIS, M. *et al.* Flavonoids, NodD1, NodD2, and Nod-Box NB15 modulate expression of the y4wEFG locus that is required for indole-3-acetic acid synthesis in *Rhizobium* sp. strain NGR234. **Molecular Plant-Microbe interaction**, v. 17, n. 10, p. 1153-1151, 2004.

VALANT-VETSCHERA, K. M.; WOLLENWEBER, E. Chemodiversity of exudate flavonoids in seven tribes of Cichorioideae and Asteroideae (Asteraceae). **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 62, n. 3-4, p. 155-163. 2007.