

ISOFLAVONOIDES DA TRIBO DALBERGIEAE: UMA CONTRIBUIÇÃO QUIMIOSSISTEMÁTICA PARA A SUBFAMÍLIA PAPILIONOIDEAE

Adonias A. Carvalho^{a,b}, Lucivania R. dos Santos^a, Jurema S. de Freitas^a e Mariana H. Chaves^{a,*} ^aDepartamento de Química, Universidade Federal do Piauí, 64049-550 Teresina – PI, Brasil^bDiretoria de Ensino, Instituto Federal do Piauí, 64260-000 Piri-piri – PI, Brasil

Recebido em 28/02/2020; aceito em 25/05/2020; publicado na web em 08/07/2020

ISOFLAVONOIDS OF THE TRIBE DALBERGIEAE: A CHEMOSYSTEMATIC CONTRIBUTION TO THE SUBFAMILY PAPILIONOIDEAE. Plants from Fabaceae family have several secondary metabolites and high biological potential. The subfamily Papilionoideae (Fabaceae) has 28 tribes, of which Dalbergieae comprises 49 genera and 1325 species. Isoflavonoids are chemotaxonomic markers of Papilionoideae and have important biological properties. This review describes the isoflavonoids and biological activities from the tribe Dalbergieae (Fabaceae–Papilionoideae) species, in the period of 1945 to 2019. A total of 240 isoflavonoids were found in 69 species and in 15 genera. Formononetin, biochanin A and medicarpin were the most frequent isoflavonoids in this tribe. *Dalbergia*, *Machaerium*, *Andira* and *Pterocarpus* genera had a high number of species with occurrence of isoflavonoids. A total of 81 isoflavonoids and 46 species showed biological activities. This suggests that more works are necessary to evaluate the potential of this tribe. The present study contributes to the taxonomic classification of genus or species in the family, subfamily or tribe, once the correlation between secondary metabolites and morphological data is an important tool for the classification, phylogeny and evolution of species. This compilation also contributes to extend and update the researched period on the occurrence of isoflavonoids in species of the tribe Dalbergieae, described in the literature in other bibliographic reviews.

Keywords: isoflavonoids; isoflavones; Dalbergieae; Papilionoideae; Fabaceae.

INTRODUÇÃO

Estudos quimiosistemáticos ou quimiotaxonômicos utilizam dados químicos provenientes do metabolismo especializado ou micromolecular das plantas e podem auxiliar na identificação e classificação de espécies de difícil caracterização com o uso somente de análises morfológicas. A quimiosistemática considera o fato dos metabólitos especializados e suas vias biossintéticas serem frequentemente específicas e restritas a organismos taxonomicamente relacionados.^{1,2}

A grande variedade de constituintes químicos isolados de espécies vegetais em conjunto com a morfologia e dados citológicos permitem diagnosticar o histórico do organismo e as modificações sofridas em seu ambiente.³

Recentemente, um novo termo denominado quimiofenética foi proposto para descrever estudos quimiosistemáticos que não visem somente elucidar relações filogenéticas, mas também descrever a variedade de produtos naturais micro e macromoleculares de um determinado táxon.^{1,4} Dessa forma, além das abordagens anatômicas, morfológicas e cariológicas já reconhecidas como de grande importância para o estabelecimento de sistemas naturais, os estudos quimiofenéticos reúnem uma combinação de dados fitoquímicos e macromoleculares e até mesmo a busca sistemática de produtos naturais raros que podem ajudar na caracterização de clados, até agora suportados apenas por dados de sequência de DNA.⁴

Plantas da família Fabaceae Lind (Leguminosae) são conhecidas pela diversidade de metabólitos secundários e por seu elevado potencial biológico.⁵ O modo de distribuição destes metabólitos pode ser usado para identificar a origem botânica e muitas vezes expressa a adaptação, regulação e evolução sofrida por um determinado táxon.⁶⁻⁸

Os isoflavonoides são metabólitos secundários ou micromoleculares quase que exclusivamente restritos a subfamília Papilionoideae

(Fabaceae), sendo alvo de três revisões bibliográficas compreendendo o período de 1997 a 2011.⁶ Entretanto, considerando a relevância dos metabólitos secundários como instrumentos de classificação taxonômica, que a tribo Dalbergieae (Fabaceae–Papilionoideae) passou por várias modificações, especialmente, após avanços na filogenia molecular,⁹ o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica dos isoflavonoides e atividades biológicas de espécies desta tribo, no período de 1945 a 2019, contribuindo para ampliar e atualizar o período pesquisado sobre a ocorrência destes metabólitos nesta tribo, como também ajudar na caracterização de clados e fornecer subsídios para guiar futuras prospeções fitoquímicas que visem a descoberta de novos agentes terapêuticos.

O táxon Fabaceae

Fabaceae é considerada a terceira maior família de Angiospermas em número de espécies ficando atrás apenas de Asteraceae e Orchidaceae. É constituída por aproximadamente 36 tribos, 770 gêneros, 19.500 espécies e está distribuída em quase todos os continentes, exceto na Antártida.^{7,10} Essa família é a segunda em importância econômica, ficando atrás apenas da Poaceae.^{7,9}

No Brasil, Fabaceae é constituída por 213 gêneros, 2.756 espécies, sendo 1.458 endêmicas, 53 subespécies e 731 variedades.¹¹ A classificação tradicional dividia a família Fabaceae em três subfamílias: Papilionoideae, Caesalpinoideae e Mimosoideae, as quais podem ser diferenciadas principalmente pela prefloração das pétalas.¹⁰ No entanto, uma classificação mais recente baseada em estudos taxonômicos e moleculares foi endossada pelo *Legume Phylogeny Working Group*,⁷ no qual dividiu a família Fabaceae em seis subfamílias: Papilionoideae (503 gêneros, cerca 14.000 espécies), Caesalpinoideae (148 gêneros, cerca de 4.400 espécies; incluindo os gêneros do clado Mimosoideae), Detarioideae (84 gêneros, cerca de 760 espécies), Dialioideae (17 gêneros, cerca 85 espécies), Cercidoideae (12 gêneros, cerca de 335 espécies) e Duparquetioideae (1 gênero, 1 espécie).⁷

*e-mail: mariana@ufpi.edu.br

Plantas pertencentes a Fabaceae são ricas em flavonoides, porém acumulam também outros metabólitos como alcaloides, terpenoides e esteroides.^{6,12,13} Devido sua ampla distribuição global e sua inegável importância em diversos biomas, as espécies de Fabaceae estão presentes na vida humana há milênios e são extremamente importantes do ponto de vista econômico.¹⁴ A contribuição na alimentação humana e de outros animais permitem que diversas indústrias sejam beneficiadas pelos produtos derivados de Fabaceae, como medicamentos, corantes, pesticidas, resinas, tintas, gomas e espessantes. Espécies dessa família também vêm sendo usadas para a melhoria de solos agrícolas, em função de sua grande capacidade de fixação de nitrogênio gerada pela atividade de bactérias simbiotes existentes nos nódulos radiculares.^{14,15} Muitas espécies são também utilizadas em ornamentação e paisagismo e outras são ainda organismos modelo para diversos tipos de estudo.¹⁰ No Brasil, é a principal família utilizada para a arborização urbana e várias de suas espécies são usadas na indústria madeireira, por fornecerem matéria prima de alta qualidade.¹⁵

Subfamília Papilionoideae - Tribo Dalbergieae

Papilionoideae constitui a maior subfamília de Fabaceae, distinguindo-se das outras subfamílias vegetativamente e pelos caracteres florais e do fruto, sendo considerada monofilética.^{7,16} Essa subfamília atualmente está representada por 28 tribos, das quais Dalbergieae compreende 49 gêneros e cerca de 1.325 espécies, com cinco gêneros pantropicais, um anfiatlântico e dois transatlânticos.¹⁰ Essa tribo apresenta grande diversidade na América do Sul com 38 gêneros e, no Brasil, são relatados a ocorrência de 28.¹⁶ Estudos filogenéticos mostram os grandes clados em que a tribo Dalbergieae está dividida: clado Adesmia, composto por 6 gêneros e cerca de 360 espécies, de distribuição principalmente neotropical; clado Pterocarpus, incluindo 22 gêneros e cerca de 200 espécies, centrado na região neotropical, com alguns componentes se expandindo para a região Pantropical; clado Dalbergia, com 17 gêneros e cerca de 700 espécies, de distribuição pantropical, centrado principalmente na África e por fim os quatro gêneros isolados *Andira*, *Hymenolobium*, *Vatairea* e *Vataireopsis* que reúnem 58 espécies de distribuição majoritariamente neotropical. Desta forma, explica-se a interessante composição atual da tribo Dalbergieae *sensu lato*, com representantes diversos e aparentemente bastante distantes, porém intimamente relacionados.^{9,16,17}

Isoflavonoides

Os flavonoides são metabólitos secundários sintetizados por plantas e apresentam, de modo geral em sua estrutura, várias hidroxilas ligadas a anel aromático, por isso são chamados de compostos polifenólicos. O esqueleto básico de compostos dessa classe é oriundo de rota biossintética mista (Figura 1), sendo formado por 15 átomos de carbono dispostos em dois anéis aromáticos conectados por uma ponte de três átomos de carbono C₆-C₃-C₆.^{8,18} Estima-se a existência de cerca de 5.000 estruturas conhecidas de flavonoides que estão agrupadas, baseadas no estado oxidativo do anel C, em oito subclasses: flavanois, flavandiois, flavanonas, di-hidroflavanois, flavonas, flavonois, antocianidinas e isoflavonoides.⁸

A subclasse isoflavonoides possui cerca de 1.000 estruturas conhecidas, é encontrada em uma grande variedade de espécies de Papilionoideae, sendo considerada marcadores quimiotaxonômicos desta subfamília. Diferentemente de outros flavonoides, os isoflavonoides apresentam o anel B ligado na posição C-3 em vez de C-2, além de sofrer várias modificações estruturais que geram isoflavonoides simples, como isoflavonas, isoflavanonas, isoflavanas e isoflavanois (isoflavan-4-ol), bem como estruturas mais complexas, incluindo rotenoides, pterocarpanos e cumestanos (Figura 1).^{8,18}

Os estudos iniciais com isoflavonoides concentravam-se em suas propriedades como marcadores quimiosistemáticos. Com o passar do tempo tornaram-se conhecidos por suas propriedades antifúngicas, conforme relatado para medicarpina (**156**) e vestitol (**195**), em alguns casos por fazerem parte dos mecanismos de defesa da planta e inseticidas, como também por serem considerados fitoalexinas por fitofisiologistas.^{18,19} As isoflavonas estão associadas a muitas atividades biológicas, incluindo tratamento da osteoporose, doenças cardiovasculares, sintomas da menopausa e prevenção do câncer.¹³ Estudos indicam que o efeito protetor dos isoflavonoides pode se estender além de suas atividades antioxidantes em níveis moleculares e celulares.^{8,18}

A estrutura química das isoflavonas é muito semelhante à do hormônio estrogênico animal (estradiol e testosterona), de modo que alguns compostos dessa classe possuem atividade estrogênica.²⁰ O consumo de isoflavonoides é estimulado na dieta humana, visando a proteção contra cânceres dependentes de estrogênio (câncer de mama), quando a disponibilidade do hormônio natural é restrita. Dessa forma, são empregados como suplementos dietéticos de estrogênio para a redução dos sintomas da menopausa, de forma semelhante à terapia de reposição hormonal.¹⁸

ISOFLAVONOIDES DA TRIBO DALBERGIEAE

A presente revisão bibliográfica consistiu na ampliação e atualização do período pesquisado em outras revisões⁶ sobre a ocorrência dos isoflavonoides e suas propriedades biológicas relatados em espécies da tribo Dalbergieae (Fabaceae-Papilionoideae), contribuindo para uma melhor compreensão do metabolismo micromolecular e sua ação no organismo animal, bem como ajudar na caracterização de clados e guiar futuros estudos fitoquímicos que visem a descoberta de novos agentes terapêuticos.

No período de 1945 a 2019 foram relatados 240 isoflavonoides na tribo Dalbergieae, distribuídos em 15 gêneros e 69 espécies (Tabela 1). Os isoflavonoides foram relacionados por classes: isoflavonas (**1** a **125**, 52,1%), isoflavanonas (**126** a **155**, 12,5%), pterocarpanos (**156** a **182**, 11,2%), rotenoides (**183** a **194**, 5,0%), isoflavanas, isoflavanquinonas e isoflavan-4-óis (**195** a **225**, 13,0%) e outros isoflavonoides (**226** a **240**, 6,2%). Os isoflavonoides glicosilados totalizaram 48 (20%). Os compostos de maior ocorrência são as isoflavonas formononetina (**2**) e biochanina A (**17**) e o pterocarpano medicarpina (**156**) presentes em 20, 19 e 16 espécies, respectivamente. Os gêneros que apresentaram maior número de espécies com ocorrência de isoflavonoides foram *Dalbergia* (31 espécies), *Machaerium* (9 espécies), *Andira* (6 espécies) e *Pterocarpus* (6 espécies). A revisão bibliográfica mostrou ainda, três trabalhos que identificaram por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada a Espectrometria de Massas (CLAE-EM) 35 isoflavonoides, dos quais 12 eram isoflavonas, 13 isoflavanonas, 8 isoflavanas e 2 pterocarpanos. Estes compostos foram previamente isolados e relatados em outros trabalhos.²⁰⁻²²

Dalbergia parviflora apresentou o maior número de isoflavonoides, com 46 compostos isolados. Essa espécie é conhecida na Tailândia como “*sak kee*”, onde é utilizada na medicina tradicional como expectorante, estomacal, cardiotônico e para regular o ciclo menstrual.^{20,23} As folhas desta planta têm efeito afrodisíaco suave e o óleo do cerne (vermelho-escuro) é usado como antipirético e no tratamento de feridas crônicas.²⁰ Devido a essas propriedades, essa espécie tem sido alvo de estudos químicos e biológicos.²³

Isoflavonas

Isoflavonas estão presentes na natureza predominantemente como β-glicosídeos, acetil-β-glicosídeos e malonil-β-glicosídeos, todos solúveis em água. Pequenas modificações estruturais produzem

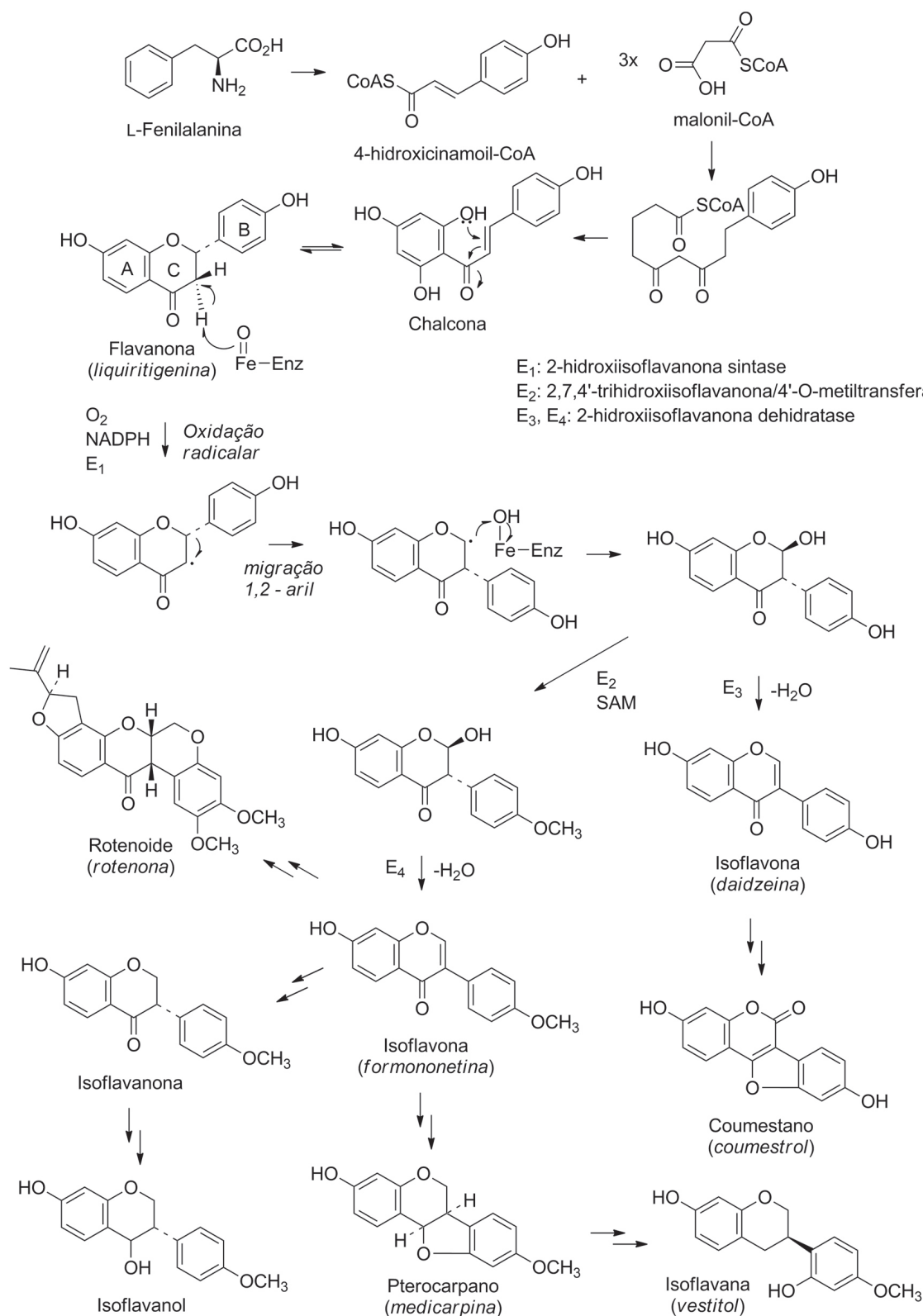


Figura 1. Biossíntese de isoflavonoides, adaptada da ref. 18

significativas alterações em suas propriedades biológicas e bioquímicas. Uma das propriedades químicas mais importantes das isoflavonas é a capacidade de participar de processos redox.^{8,140}

As isoflavonas dietéticas podem ser classificadas em quatro categorias: (I) agliconas (sem ligação com açúcar): daidzeína (1), formononetina (2), genisteína (16), biochanina A (17) e gliciteína (33); (II) glicosídeos ou gliconas: daidzina, genistina, gliciteína,

ononina (5) e sissotrina; (III) acetilglicosídeos ou acetilgliconas: 6''-acetildaldazina, 6''-acetilgenistina e 6''-acetilgliciteína; (IV) malonilglicosídeos ou malonilgliconas: 6''-malonilaldazina, 6''-malonilgenistina e 6''-malonilgliciteína.⁸

O número de isoflavonas encontrado na literatura excede o de qualquer outra subclasse de isoflavonoides.⁸ Na tribo Dalbergieae as isoflavonas são a subclasse de isoflavonoides mais frequentes com

Tabela 1. Isoflavonoides de espécies da tribo Dalbergieae

Gênero	Espécie	Parte da planta	Compostos	Ref.
<i>Aeschynomene</i>	<i>A. fascicularis</i>	casca das raízes	Isoflavona: 217	24
		casca das raízes	Pterocarpanos: 168 e 182	25
	<i>A. fluminensis</i>	folhas e galhos	Isoflavona: 1	26
	<i>A. sensitiva</i>	partes aéreas e sementes	Isoflavona: 47 ; Rotenoide: 183	27
	<i>A. anthelmia</i>	raízes	Isoflavonas: 16, 17, 22, 27 e 28	28
	<i>A. fraxinifolia</i>	raízes	Isoflavonas: 17 e 50	29
<i>Andira</i>	<i>A. humilis</i>	raízes	Isoflavonas: 16, 17, 22, 25, 26, 27 e 50 ; Isoflavanona: 126	30
		folhas	Isoflavonas: 2, 10, 18 e 32 ; 2-Arribenzofurano-3-carbaldeídos: 236, 237 e 238	31
		casca do caule e sementes	Isoflavonas: 2, 10, 16, 17, 18 e 50	32
	<i>A. inermis</i>	raízes	Isoflavonas: 21, 26 e 27	33
	<i>A. parviflora</i>	cerne	Isoflavonas: 16 e 17 ; Isoflavona: 202	34
	<i>A. surinamensis</i>	casca dos galhos	Isoflavonas: 10, 17, 18 e 50	35
<i>Arachis</i>	<i>A. hypogaea</i>	sementes	Pterocarpanos: 174 e 178	36
<i>Brya</i>	<i>B. ebenus</i>	madeira de cocus	Isoflavanas: 203, 204, 205 e 212 ; Pterocarpanos: 228, 229, 230, 231 e 232	37
	<i>C. sclerophyllum</i>	cerne	Isoflavona: 10	38
<i>Centrolobium</i>	<i>C. sclerophyllum</i> ; <i>C. paraense</i> ; <i>C. tomentosum e C. robustum</i>	cerne	Isoflavonas: 2 e 10 ; Isoflavanona: 139 ; Pterocarpano: 156 ; Isoflavanas: 195, 198 e 200 ; Isoflavono: 226	39
	<i>D. boehmii</i>	cerne	Isoflavonas: 14, 16, 17 e 44 ; Pterocarpanos: 156, 157 e 158 ; Coumestano: 233 ; Coumaronocromona: 239 ;	40
	<i>D. candenatensis</i>	cerne	Isoflavonas: 2 e 107 ; Isoflavanas: 195 e 200 ; Isoflavanquinona: 222	41
		cerne	Pterocarpanos: 179 e 180 ; Isoflavona: 199	42
	<i>D. cochinchinensis</i>	sementes	Rotenoides: 184, 186 e 187	43
	<i>D. congesta</i>	raízes	Isoflavonas: 85	44
	<i>D. coromandeliana</i>	folhas	Isoflavona: 20	45
	<i>D. ecastaphyllum</i>	casca do caule	^a Isoflavonas: 1, 2 e 17	21
		cerne	Isoflavonas: 2, 13 e 17 ; Pterocarpanos: 156, 157, 160, 162, 163 e 165 ; Isoflavanas: 195, 196, 197 e 200	46
		cerne	Isoflavona: 2 ; Isoflavanas: 200 e 205	47
	<i>D. frutescens</i>	casca do caule	Isoflavonas: 1, 2, 7, 16, 17, 32, 33, 34, 35 e 69	48
	<i>D. horrida</i>	raízes	Isoflavonas: 85 e 95 ; Isoflavanonas: 140 e 152	49
	<i>D. lanceolaria</i>	casca das raízes	Isoflavona: 26	50
	<i>D. melanoxylon</i>	casca do caule	Isoflavona: 2 ; Isoflavanonas: 151 e 153	51
<i>D. monetaria</i>	casca do caule	Isoflavonas: 49, 103, 106, 111, 112, 116 e 121	52	
	sementes	Isoflavonas: 45 e 46 ; Rotenoides: 184, 187, 188, 189, 190, 191 e 192	53	
<i>D. nigra</i>	folhas secas	Isoflavona: 67	54	
<i>Dalbergia</i>	<i>D. nitidula</i>	cerne	Isoflavona: 42	55
		cerne	Pterocarpanos: 164, 171 e 172	56
	folhas	Isoflavonas: 16, 17, 18 e 64	57	
	cerne	Isoflavanonas: 128, 129 e 141 ; Isoflavona: 195	58	
	cerne	Isoflavonas: 1, 2, 49, 91 e 106 ; Isoflavanonas: 85, 129, 132, 133, 136 e 141 ; Pterocarpano: 156	59	
	folhas	Isoflavonas: 16 e 17	60	
	cerne	^a Isoflavonas: 2, 13, 15, 70 e 95 ; Isoflavanonas: 128, 129, 133, 135 e 141 ; Pterocarpanos: 156 e 166 ; Isoflavanquinona: 222	22	
	cerne	Isoflavonas: 2 e 64 ; Pterocarpano: 156 ; Isoflavanas: 200 e 201 ; Isoflavanquinona: 222	61	
	<i>D. odorifera</i>	cerne	Isoflavona: 2 ; Pterocarpano: 156 ; Isoflavanquinona: 222	62
		cerne	Isoflavonas: 2, 9, 15, 18, 44 e 70 ; Isoflavanonas: 128, 129, 133, 135 e 141 ; Pterocarpano: 156	63
		cerne	Isoflavona: 2 ; Pterocarpanos: 156, 166, 175, 176 e 177 ; Isoflavanas: 195, 200, 208 e 209 ; Isoflavona: 227	64
		cerne	Isoflavonas: 2 e 11 ; Isoflavanas: 195 e 201 ; Isoflavanquinona: 222	65
		cerne	Isoflavonas: 2, 11 e 48 ; Isoflavanona: 141 ; Pterocarpano: 156 ; Isoflavanas: 195, 201 e 206 ; Isoflavanquinona: 222	66
cerne	Isoflavona: 2 ; Isoflavanona: 133 ; Pterocarpano: 156	67		

Tabela 1. Isoflavonoides de espécies da tribo Dalbergieae (cont.)

Gênero	Espécie	Parte da planta	Compostos	Ref.	
<i>Dalbergia</i>	<i>D. odorifera</i>	cerne	Isoflavona: 60 ; Isoflavonona: 133 ; Isoflavanas: 200	68	
		casca do caule	Isoflavonas: 2, 16, 17, 75 e 91	69	
		cerne	Isoflavanona: 133 ; Pterocarpano: 156 ; Isoflavana: 200 ; Coumestonas: 234 e 235	70	
		casca	Pterocarpano: 160 ; Isoflavana: 210 ; Isoflavanquinona: 223	71	
	<i>D. paniculata</i>	casca	Isoflavonas: 6, 17 e 77	72	
		casca	Isoflavonas: 2, 17, 88, 110, 111 e 122 ; Rotenoide: 194	73	
		casca do caule	Isoflavonas: 2, 17 e 111	74	
		sementes	Isoflavonas: 87 e 122 ; Rotenoide: 193	75	
		raízes	Isoflavonas: 17, 75 e 76 ; Rotenoide: 185	76	
	<i>D. parviflora</i>	cerne	Isoflavonas: 2, 10, 16, 17, 51, 57, 98 e 99 ; Isoflavanonas: 129, 131, 133, 134, 135 e 142 ; Isoflavanas: 195, 200 e 205	77	
		galhos e cerne	Isoflavonas: 49, 55, 107 e 108 ; Isoflavononas: 135 e 142 ; Pterocarpanos: 160 e 179	78	
		cerne	Isoflavonas: 2, 10, 11, 14, 16, 17, 43, 48, 50, 54, 56, 60, 64, 89, 92, 98 e 99 ; Isoflavononas: 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 142 e 143 ; Isoflavanas: 195, 200 e 210	20	
		galhos	Isoflavonas: 2, 17 e 94 ; Isoflavononas: 129 e 133 ; Isoflavanas: 200 e 208	23	
		cerne	Isoflavona: 57 ; Isoflavononas: 130, 137, 138, 144 e 145	20	
	<i>Dalbergia</i>	<i>D. riparia</i>	cerne	Isoflavonas: 2, 14, 16, 17, 10, 43, 48, 50, 54, 60, 64, 89, 92, 98, 99 e 102	79
			madeira	Isoflavonas: 32, 34, 64 e 122	80
		<i>D. rubiginosa</i>	raízes	Isoflavona: 81 ; Pterocarpano: 181	81
		<i>D. sissoo</i>	folhas	Isoflavonas: 7, 16, 17, 26, 27, 50, 74, 122, 123 e 124	82
			casca das raízes	Isoflavonas: 17 e 24 ; Rotenoide: 184	83
			folhas e casca do caule	Isoflavonas: 11, 20, 26, 30, 66, 67 e 74	84
			partes aéreas	Isoflavonas: 16, 17, 18, 22, 29, 61, 63 e 64	85
		<i>D. sissooides</i>	flores	Isoflavona: 17	86
		<i>D. spinosa</i>	sementes	Isoflavonas: 85 e 95	87
			folhas e casca do caule	Isoflavonas: 29 e 68	88
			raízes	Isoflavonas: 85, 86, 95 e 122	89
		<i>D. spruceana</i>	cerne	Isoflavonas: 2, 7, 17 e 122 ; Pterocarpanos: 156 e 177	90
		<i>D. sympathetica</i>	folhas	Isoflavonas: 18 e 31	91
		<i>D. tonkinensis</i>	folhas e raízes	Isoflavonas: 1, 5, 9, 21, 26, 49, 64, 124, 125 ; Pterocarpanos: 156 e 175 ; Isoflavana: 195	92
cerne			Isoflavona: 17	93	
<i>D. vacciniifolia</i>		cerne	Isoflavonas: 58, 59, 104 e 105	94	
<i>D. variabilis</i>		casca e madeira	Isoflavonas: 2 e 38 ; Pterocarpanos: 156 e 169 ; Isoflavanas: 195 e 200 ;	95	
<i>D. velutina</i>		caule	Isoflavonas: 2, 7, 11, 17, 32, 38, 41, 51, 71, 72, 89 e 91	96	
		raízes	Isoflavanas: 207, 213, 214, 215 e 216	97	
		raízes	Isoflavonas: 74, 90, 91, 93, 109, 110 e 124	98	
<i>D. vietnamensis</i>	caule	Isoflavonas: 88, 96, 122 e 124	99		
<i>D. volubilis</i>	flores	Isoflavonas: 17 e 39	100		
<i>D. cearensis, D. ecastophyllum e D. variabilis</i>	cerne	Isoflavanas: 195, 197 e 200	101		
<i>D. retusa</i>	cerne	Isoflavonas: 36 e 38	102		
<i>Diphysa</i>	<i>D. robinoides</i>	cerne	Isoflavanas: 210 e 211	103	
<i>Geoffroea</i>	<i>G. decorticans</i>	casca do caule	Isoflavanonas: 146, 154 e 155	104	
<i>Kotschya</i>	<i>K. strigosa</i>	frutos	Isoflavanol: 232	105	
<i>Machaerium</i>	<i>M. aristulatum</i>	caule	Isoflavona: 2 ; Pterocarpanos: 156 e 177	106	
		casca do caule	Isoflavonas: 2 e 10	107	
	<i>M. acutifolium</i>	folhas	^b Isoflavonas: 16 e 24	108	
	<i>M. kuhlmannii e M. nictitans</i>	tronco	Isoflavona: 2 ; Pterocarpano: 156	109	
<i>M. mucronulatum</i>	cerne	Isoflavona: 10 ; Pterocarpano: 173 ; Isoflavanas: 200 e 208 ; Isoflavanquinona: 221	110		

Tabela 1. Isoflavonoides de espécies da tribo Dalbergieae (cont.)

Gênero	Espécie	Parte da planta	Compostos	Ref.
<i>Machaerium</i>	<i>M. opacum</i>	cerne	Isoflavanas: 200 e 208	111
	<i>M. pedicellatum</i>	cerne	Isoflavanas: 218 e 219	112
	<i>M. vestitum</i>	cerne	Isoflavona: 2 ; Pterocarpanos: 156 e 165 ; Isoflavanas: 195 e 200	113
	<i>M. villosum</i>	madeira	Isoflavonas: 1, 3, 9 e 10 ; Isoflavanas: 200 e 208 ; Pterocarpanos: 157 e 173	110
<i>Ormocarpum</i>	<i>O. kirkii</i>	casca do caule e raízes	Isoflavonas: 84 e 120	114
		raízes	Isoflavanonas: 147, 148 e 149	115
		raízes	Isoflavanona: 147	116
<i>Platymiscium</i>	<i>P. floribundum</i>	cerne	Pterocarpano: 156	117
		tronco	Pterocarpanos: 156, 157, 163 165 e 170	118
		tronco	Pterocarpanos: 156, 157, 163, 165, 170	119
	<i>P. gracile</i>	serragem	Isoflavona: 10 ; Pterocarpano: 157	121
	<i>P. yucatanum</i>	tronco	Pterocarpanos: 156 e 157	122
<i>Pterocarpus</i>	<i>P. erinaceus</i>	casca dos galhos	Isoflavonas: 10 ; Isoflavonoide benzofurano: 240	123
		casca dos galhos	Pterocarpano: 157	124
	<i>P. indicus</i>	raízes	Isoflavonas: 2, 10, 17, 19, 32 e 38 ; Pterocarpano: 156 e 160	125
		cerne	Isoflavona: 2 ; Pterocarpano: 159	126
	<i>P. macrocarpus</i>	cerne	Isoflavanona: 150	127
		planta	Isoflavona: 23	128
		cerne	Isoflavonas: 8, 40 e 62	129
		cerne	Isoflavona: 73	130
	<i>P. santalinus</i>	cerne	Isoflavona: 53	131
		cerne	Isoflavona: 97	132
cerne		Isoflavona: 52	133	
<i>P. soyauxii</i>	cerne	Isoflavanas: 200, 201, 218 e 220 ; Isoflavanquinona: 222	134	
	cerne	Isoflavonas: 10, 12, 13, 37, 43, 78, 98, 99, 101, 102, 113, 114 e 115 ; Pterocarpanos: 157, 159, 160, 161 e 167	135	
<i>Vatairea</i>	<i>V. guianensis</i>	folhas	Isoflavonas: 11, 79 e 118	136
		alburno	Isoflavona: 2 ; Isoflavonol: 233	137
		folhas	Isoflavonas: 80, 82, 83 e 117	138
<i>Zornia</i>	<i>Z. brasiliensis</i>	partes aéreas	Isoflavonas: 4 e 5 ; Pterocarpano: 156	139

^aCompostos identificados por CLAE-EM; ^bCompostos identificados por IT-ESI-MS.

um total de 125 (52,1%). As isoflavonas (**1 a 125**) foram agrupadas com base em padrões simples de substituição no oxigênio, sendo 66 compostos com grupos metoxi e metilendioxi, 12 com substituintes prenila e 42 derivados glicosilados.⁶

As isoflavonas têm 3-fenil-4H-1-benzopirano-4-ona (3-fenilcromona) como um sistema de anel principal¹³ e possuem em sua estrutura uma ligação dupla no carbono 2 do anel C (Tabela 2) e as que possuem substituição C-8 (hidroxi, metoxi ou derivados glicosilados) no anel A são relativamente incomuns, contudo, 19 compostos com esse padrão de substituição foram relatados (Tabela 2).

Um total de 35 isoflavonas da tribo Dalbergieae (28,0%) são biologicamente ativas. As atividades biológicas mais frequentes em isoflavonas são estrogênica, citotóxica, antioxidante, antimicrobiana e antifúngica.

A atividade estrogênica foi relatada para 15 isoflavonas (**2, 11, 14, 16, 17, 48, 50, 54, 57, 60, 64, 89, 92, 98 e 124**) com ocorrência em 11 espécies, sendo a maioria encontrada na madeira de *D. parviflora*, o que indica o potencial estrogênico desta espécie.

Formononetina (**2**), genisteína (**16**), biochanina A (**17**), cajanina (**57**) e khrinona C (**98**) apresentaram ainda atividade antioxidante nos métodos Xantina/Xantina Oxidase (X/XO), capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC) e DPPH.¹⁴¹ Essa atividade também foi relatada para daidzeína (**1**), isoformononetina (**3**) e 3'-hidroxidaidzeína (**9**), calicosina (**10**), 3'-O-metilrobo (**51**) e khrinona B (**99**).^{13,123,141}

Orobo (**49**), obtida de *D. parviflora*, apresentou atividade citotóxica frente às linhagens de células de carcinoma epidemoide de cavidade oral (KB), adenocarcinoma de mama (MCF-7) e câncer de pulmão de pequenas células (NCI-H187).⁷⁸ A citotoxicidade frente às linhagens de células KB e NCI-H187 também foi exibida por 5,7,5'-trihidroxi-2',4'-dimetoxi-isoflavona (**94**), obtida de *D. parviflora*.^{66,96} Enquanto 3'-metoxidaidzeína (**11**), obtida de *D. odorifera* e *D. velutina*, e pseudobaptigenina (**7**), isolada de *D. velutina*, foram ativas frente à linhagem de células KB.^{23,96} 6,2'-Dimetoxi-7,4'-dihidroxi-isoflavona (**58**), isolada de *D. vacciniifolia* e 5,7-dihidroxi-4'-metoxi-6,8-diprenilisoflavona (**120**), obtida de *O. kirkii*, demonstraram citotoxicidade frente a larvas de camarão e à linhagem de célula de leucemia (CCRF-CEM), respectivamente.^{94,114}

A isoflavona biochanina A (**17**) apresentou atividade anti-inflamatória e antimicrobiana.^{90,97} Formononetina (**2**) e calicosina (**10**) demonstraram potencial antimicrobiano, antiparasitário e antigárdico contra *Giardia intestinalis*.^{13,48,107} O composto **2** possui ainda atividade larvicida frente a *Aedes aegypti*, repelente contra zoósporo e inibidora de agregação plaquetária.^{62,64,67}

A atividade antimalárica frente a *Plasmodium falciparum* é relatada para calicosina (**10**), genisteína (**16**) e 5,7,5'-trihidroxi-2',4'-dimetoxi-isoflavona (**94**).^{23,32} Calicosina (**10**), obtida de *C. sclerophyllum*, apresentou também atividade leishmanicida.³⁸ 5-Hidroxibowdichiona (**107**), obtida de *D. candanensis*, e

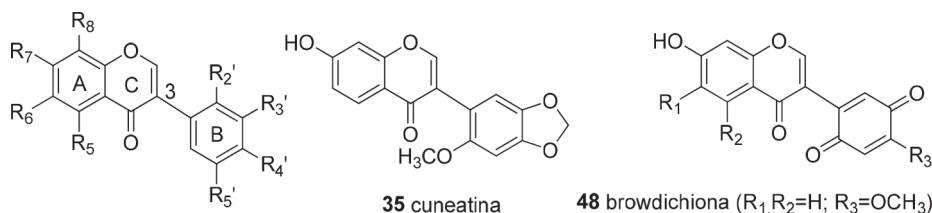
5,7,5'-trihidroxi-2',4'-dimetoxiisoflavona (**94**) apresentaram atividade antimicrobiana.^{23,41} Enquanto calicosina (**10**) e 5,7,3'-trihidroxi-4'-metoxi-8-prenilisoflavona (**119**), isolada de *V. guianensis*, exibiram potencial antifúngico frente a cepas de *Candida*.^{121,136}

Biochanina A 7-O-β-D-glicopiranosídeo (**22**), obtida de *A. anthelmia* e *D. sissoo*, biochanina A 7-O-β-D-apiofuranosil-(1→5)-β-D-apiofuranosil-(1→6)-β-D-glicopiranosídeo (**27**) e biochanina A 7-O-α-L-ramnopiranosil-(1→6)-β-D-glicopiranosídeo (**28**), isoladas de *A. anthelmia*, apresentaram atividade anti-helmíntica contra *Aspicularis tetraptera*.²⁸ A atividade inibitória da ativação do antígeno do vírus Epstein Barr foi relatada para formononetina (**2**),

genisteína (**16**), biochanina A (**17**), olibergina B (**75**) e olibergina A (**91**), obtidas de *D. olivari*.⁶⁹

A partir do extrato metanólico da madeira de *D. odorifera* foi obtida uma fração que apresentou atividade anti-hipercolesterêmica e desta foram isoladas as isoflavonas formononetina (**2**) e 3'-metoxidaidzeína (**11**).⁶⁵ A atividade inibitória de α-glicosidase foi apresentada pela tectorigenina (**64**), obtida de *D. odorifera* e *D. parviflora*, pterosonina E (**13**), isolada de *D. parviflora*, e pelo composto **2**.^{22,61} Finalmente, a isoflavona 7-O-α-L-ramnopiranosiloxi-4-metoxi-5-hidroxi-isoflavona (**23**), obtida de *P. marsupium*, exibiu atividade reguladora de Glut-4 e PPAR.¹²⁸

Tabela 2. Estruturas das isoflavonas de 1-125



35 cuneatina

48 browdichiona (R₁, R₂=H; R₃=OCH₃)

100 7-hidroxi-6,4'-dimetoxi-isoflavonoquina

(R₁=OCH₃; R₂=H; R₃=CH₃)

107 5-hidrobrowdichiona (R₁=H; R₂=OH; R₃=OCH₃)

Nº	R ₈	R ₇	R ₆	R ₅	R _{2'}	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Nome
1	H	OH	H	H	H	H	OH	H	daidzeína
2	H	OH	H	H	H	H	OCH ₃	H	formononetina
3	H	OCH ₃	H	H	H	H	OH	H	isoformononetina
4	H	OCH ₃	H	H	H	H	OCH ₃	H	7,4'-dimetoxi-isoflavona
5	H	O-β-D-glc	H	H	H	H	OCH ₃	H	ononina
6	H	O-β-L-rha-(1→6)-β-D-glc	H	H	H	H	OCH ₃	H	formononetina 7-rutinosídeo
7	H	OH	H	H	H	O-CH ₂ -O		H	pseudobaptigenina
8	H	O-α-L-rha	OCH ₃	OH	H	H	H	H	5,7-dihidroxi-6-metoxi-isoflavona 7-rha
9	H	OH	H	H	H	OH	OH	H	3'-hidroxidaidzeína
10	H	OH	H	H	H	OH	OCH ₃	H	calicosina
11	H	OH	H	H	H	OCH ₃	OH	H	3'-metoxidaidzeína
12	H	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	OH	H	saianedina
13	H	OH	H	H	H	OH	H	OCH ₃	pterosonina E
14	H	OH	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	H	2'-metoxiformononetina
15	H	OH	H	H	OH	H	OCH ₃	H	2'-hidroxiformononetina
16	H	OH	H	OH	H	H	OH	H	genisteína
17	H	OH	H	OH	H	H	OCH ₃	H	biochanina A
18	H	OCH ₃	H	OH	H	H	OH	H	prunetina
19	H	OH	H	OCH ₃	H	H	OCH ₃	H	5-O-metilbiochanina A
20	H	OCH ₃	H	OH	H	H	O-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	H	coromandolina;
21	H	O-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	H	OH	H	H	OH	H	ambocina
22	H	O-β-D-glc	H	OH	H	H	OCH ₃	H	biochanina A 7-O-β-D-glc
23	H	O-α-L-rha	H	OH	H	H	OCH ₃	H	7-O-α-L-rha-4-metoxi-5-hidroxi-isoflavona
24	H	γ,γ-dimetilaliloxi	H	OH	H	H	OCH ₃	H	7-γ,γ-dimetilaliloxi-5-hidroxi-4'-metoxi-isoflavona
25	H	O-xil(1→6)-glc	H	OH	H	H	OCH ₃	H	biochanina A 7-O-β-D-xil-(1→6)-β-D-glc
26	H	O-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	H	OH	H	H	OCH ₃	H	lanceolarina
27	H	O-β-D-apio-(1→5)-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	H	OH	H	H	OCH ₃	H	biochanina A 7-O-β-D-apio-(1→5)-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc

Tabela 2. Estruturas das isoflavonas de 1-125 (cont.)

Nº	R ₈	R ₇	R ₆	R ₅	R _{2'}	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Nome
28	H	<i>O</i> - α -L-rha-(1 \rightarrow 6)- β -D-glc	H	OH	H	H	OCH ₃	H	biochanina A 7- <i>O</i> - α -L-rha-(1 \rightarrow 6)- β -D-glc
29	H	OCH ₃	H	OH	H	H	<i>O</i> - β -D-gal	H	prunetina 4'- <i>O</i> - β -D-gal
30	H	OCH ₃	H	OH	H	H	<i>O</i> - β -D-glc	H	prunetina 4'- <i>O</i> - β -D-glc
31	H	OCH ₃	H	OH	H	H	<i>O</i> - β -D-gen	H	dalsimpatetina
32	H	OH	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	H	afromosina
33	H	OH	OCH ₃	H	H	H	OH	H	gliciteina
34	H	OH	OCH ₃	H	H	O-CH ₂ -O		H	fujikinetina
36	OH	OH	H	H	H	H	OCH ₃	H	retusina
37	OH	OCH ₃	H	H	H	H	OCH ₃	H	8-hidroxi-4',7-dimetoxi-isoflavona
38	OCH ₃	OH	H	H	H	H	OCH ₃	H	8- <i>O</i> -metilretusina
39	rha	OCH ₃	H	H	H	H	OCH ₃	H	volubilina
40	OH	<i>O</i> - β -D-glc	H	H	H	H	OCH ₃	H	retusina 7- <i>O</i> - β -D-glc
41	H	OH	H	OH	H	O-CH ₂ -O		H	3',4'-metilenodioxio orobol
42	H	OH	H	H	OCH ₃	H	OH	OH	4',5',7-trihidroxi-2'-metoxi-isoflavona
43	H	OH	H	H	OH	H	OCH ₃	OH	khronona A
44	H	OH	H	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	2',7-dihidroxi-4',5'-dimetoxi-isoflavona
45	H	OH	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	7-hidroxi-2',4',5'-trimetoxi-isoflavona
46	H	<i>O</i> - β -D-glc	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	7- β -D-glc-2',4',5'-trimetoxi-isoflavona
47	H	<i>O</i> - β -D-glc	H	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	daidzeína 7- <i>O</i> - β -D-glc
49	H	OH	H	OH	H	OH	OH	H	orobol
50	H	OH	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	pratenseína
51	H	OH	H	OH	H	OCH ₃	OH	H	3'- <i>O</i> -metilorobol
52	H	OCH ₃	H	OH	H	<i>O</i> - β -D-glc	OH	H	4',5-dihidroxi-7- <i>O</i> -metilisoflavona 3'- <i>O</i> - β -D-glc
53	H	OCH ₃	H	OH	H	<i>O</i> - β -D-(3''- <i>E</i> -cinamoil)-glc	OH	H	4',5-dihidroxi-7- <i>O</i> -metilisoflavona 3'- <i>O</i> - β -D-(3''- <i>E</i> -cinamoil)-glc
54	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OH	H	teralina
55	H	OH	H	OH	OH	H	OCH ₃	H	2'-hidroxibiochanina A
56	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	2'-metoxibiochanina A
57	H	OCH ₃	H	OH	OH	H	OH	H	cajanina
58	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	OH	H	6,2'-dimetoxi-7,4'-dihidroxi-isoflavona
59	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	OCH ₃	H	6,2',4'-trimetoxi-7-hidroxi-isoflavona
60	H	OH	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	khronona E
61	H	OH	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	H	irisolidona
62	H	<i>O</i> - α -L-rha	OCH ₃	OH	H	H	OCH ₃	H	irisolidona 7- <i>O</i> - α -L-rha
63	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	H	OH	H	muningina
64	H	OH	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	tectorigenina
65	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	7- <i>O</i> -metiltectorigenina
66	H	<i>O</i> - β -D-apio-(1 \rightarrow 6)- β -D-glc	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	tectorigenina 7- <i>O</i> - β -D-apio-(1 \rightarrow 6)- β -D-glc
67	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	<i>O</i> -6- <i>O</i> - β -D-apio- β -D-glc	H	5-hidroxi-6,7-dimetoxi-4'- <i>O</i> -6- <i>O</i> - β -D-apio- β -D-glc isoflavona
68	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	<i>O</i> - β -D-gal	H	7-metiltectorigenina 4'- <i>O</i> - β -D-galactosídeo
69	H	OH	OCH ₃	H	H	OH	OCH ₃	H	odoratina
70	H	OH	H	H	OH	OH	OCH ₃	H	koparina
71	H	OH	H	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	veluisoflavona A
72	OCH ₃	OH	H	H	H	H	OH	OCH ₃	veluisoflavona B
73	CH ₃	<i>O</i> - α -L-rha	H	OCH ₃	H	H	OCH ₃	H	5,4'-dimetoxi-8-metilisoflavona 7- <i>O</i> - α -L-rha

Tabela 2. Estruturas das isoflavonas de 1-125 (cont.)

Nº	R ₈	R ₇	R ₆	R ₅	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	Nome
74	β-D-glc	OH	H	OH	H	H	OH	H	genisteína-8-C-β-D-glc
75	geranila	OH	H	OH	H	H	OCH ₃	H	olibergina B
76	geranila	OCH ₃	H	OH	H	H	OCH ₃	H	8-C-geranil-7-O-metilbiochanina A
77	glc	OCH ₃	H	OH	H	H	OH	H	prunetina 8-C-glc
78	OH	OCH ₃	H	H	H	OH	H	OCH ₃	pterosonina D
79	prenila	OH	H	OH	H	H	OH	H	lupiwighteona
80	prenila	OH	H	OH	H	O-CH ₂ -O		H	5,7-dihidroxi-3',4'-metilenodioxo-8-prenilisoflavona
81	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	O-CH ₂ -O		H	5-didroxi-6,7-dimetoxi-3',4'-metilodioxo-isoflavona
82	2'',2''-dimetilpirano-(5'',6'':8,7)		H	OH	H	H	OCH ₃	H	5,3'-dihidroxi-4'-metoxi-2'',2''-dimetilpirano-(5'',6'':8,7)-isoflavona
83	2'',2''-dimetilpirano-(5'',6'':8,7)		H	OH	H	H	OH	H	derrona
84	2',2'-dimetilpirano-(5'',6'':8,7)		prenila	OH	H	H	OH	H	osajina
85	H	OH	OCH ₃	OH	H	O-CH ₂ -O		H	dalspinina
86	H	<i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-glc	OCH ₃	OH	H	O-CH ₂ -O		H	dalspinina-7- <i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-glc
87	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	O-CH ₂ -O			dalpatiena
88	H	<i>O</i> -β-D-glc	OCH ₃	H	OCH ₃	H	O-CH ₂ -O		dalpatina
89	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	O-CH ₂ -O		khrinona D
90	H	<i>O</i> -β-D-glc	H	OH	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	dalvelutinosídeo
91	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	olibergina A
92	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	7-demetilrobustigenina
93	H	<i>O</i> -β-D-apio-(1'''→6'')- <i>O</i> -β-D-glc	H	OH	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	2',5'-dimetoxi-genisteína-7- <i>O</i> -β-D-apio-(1'''→6'')- <i>O</i> -β-D-glc
94	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OH	5,7,5'-trihidroxi-2',4'-dimetoxi-isoflavona
95	H	OH	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	H	dalspinosina
96	H	<i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	H	dalspinosina 7- <i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-β-D-glc
97	H	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	6-hidroxi-7,2',4',5'-tetrametoxi-isoflavona
98	H	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	khrinona C
99	H	OH	H	OH	OH	H	OCH ₃	OH	khrinona B
101	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	pterosonina C
102	H	OH	OH	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	2',4'-dimetoxi-3',6,7-trihidroxi-isoflavona
103	H	OH	<i>O</i> -acetil-β-D-glc	OH	H	OH	OH	H	6-(<i>O</i> -acetil-β-D-glc)orobol
104	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	6,2',4',5'-tetrametoxi-7-hidroxi-isoflavona
105	H	<i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	OCH ₃	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	6,2',4',5'-tetrametoxi-7- <i>O</i> -β-D-apio-(1→6)-β-D-glc isoflavona
106	H	OH	β-D-glc	OH	H	OH	OH	H	6-(β-D-glc) orobol
108	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	OH	OH	dalparvona B
109	β-D-glc	OH	H	OH	H	H	OH	OH	orobol-8-C-β-D-glc
110	β-D-glc	OH	H	OH	H	H	OH	OCH ₃	dalpanitina
111	β-D-glc	OH	β-D-glc	OH	H	H	OH	H	paniculatina
112	β-D-glc	OH	H	OH	H	OH	OH	H	mono-C-glc 8-(β-D-glc)orobol
113	OCH ₃	OH	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	7,3'-dihidroxi-8,2',4'-trimetoxi-isoflavona
114	OH	OH	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	pterosonina A
115	OH	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	pterosonina B
116	6''- <i>O</i> -acetil-β-D-glc	OH	H	OH	H	OH	OH	H	8-(6''- <i>O</i> -acetil-β-D-glc)orobol
117	prenila	<i>O</i> -β-D-glc	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	5,3'-dihidroxi-4'-metoxi-7- <i>O</i> -β-glc-8-prenilisoflavona

Tabela 2. Estruturas das isoflavonas de 1-125 (cont.)

Nº	R ₈	R ₇	R ₆	R ₅	R _{2'}	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Nome
118	prenila	OH	H	OH	H	OCH ₃	OH	H	5,7,4'-trihidroxi-3'-metoxi-8-prenilisoiflavona
119	prenila	OH	H	OH	H	OH	OCH ₃	H	5,7,3'-trihidroxi-4'-metoxi-8-prenilisoiflavona
120	prenila	OH	prenila	OH	H	H	OCH ₃	H	5,7-dihidroxi-4'-metoxi-6,8-diprenilisoiflavona
121	β-D-glc	OH	O-β-D-glc	OH	H	OH	OH	H	di-C-glicosidena-6,8-bis(β-D-glc) orobol
122	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	caviunina
123	H	O-β-D-glc	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	caviunina 7-O-β-D-glicopiranosídeo
124	H	O-β-D-apio-(1'''→6'')-O-β-D-glc	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	dalsissoosídeo
125	OCH ₃	O-β-D-apio-(1→6)-β-D-glc	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	isocaviunina-7-O-β-D-apio-(1→6)-β-D-glicopiranosídeo

glc=glicosídeo; apio=apiofuranosídeo; rha=ramnopiranosídeo; gal=galactosídeo; xil=xilopiranosídeo; gen=gentiobiosídeo.

Isoflavanonas

As isoflavanonas (**126** a **155**, 12,5%) foram a segunda maior subclasse de isoflavonoides relatados em espécies da tribo Dalbergieae. Esses metabólitos também podem ser divididos em três grupos que compreendem compostos com padrões simples de substituição em oxigênios (Tabela 3), sendo 19 contendo hidróxi, metoxi e metileno-dioxi, oito com substituinte prenilar, um derivado glicosilado e dois compostos mistos (prenilados e glicosilados). A estrutura das isoflavanonas é caracterizada pela ausência de ligação dupla em C-2 do anel C, presentes nas isoflavonas (Tabela 3).^{6,18}

Um total de 14 isoflavanonas (46,6%) da tribo Dalbergieae são biologicamente ativas. Dessas, 12 foram isoladas na espécie *D. parviflora* e as atividades mais frequentes são estrogênica, antioxidante, citotóxica e antibacteriana.

A atividade antioxidante nos ensaios X/XO, ORAC e DPPH é relatada para as isoflavanonas violanona (**133**), isolada de *D. oliveri* e *D. parviflora*, sativanona (**129**) e 3'-O-metilviolanona (**135**), obtidas de *D. parviflora* e *D. odorifera*, 7,3'-dihidroxi-4'-metoxi-isoflavanona (**127**), onogenina (**131**), dalparvina (**134**), dalparvina B (**137**), kenusanona G (**138**), secundiflorol H (**142**) e dalparvina C (**145**), isoladas apenas de *D. parviflora*.¹⁴ Os compostos **129**, **133**, **137**, **138** e **145** apresentaram também atividade estrogênica, assim como soforol (**130**), obtido de *D. parviflora*.²⁰

As isoflavanonas 3,5-dihidroxi-2',7-dimetoxi-2'',2''-dimetilpirano[5'',6''':3',4']isoflavanona (**151**) e 3,4',5-trihidroxi-2',7-dimetoxi-3'-prenilisoiflavona (**153**), obtidas de *D. melanoxylon*, possuem elevada atividade antimicobacteriana frente a *Mycobacterium tuberculosis*.⁵¹ O composto **153** apresentou 96% de inibição em ensaio *in vitro* e o estudo de docagem molecular demonstrou que ambos apresentam sítios ativos que favorecem essa atividade.⁵¹ Vestitona (**128**), isolada de *D. odorifera*, foi ativa frente a *Ralstonia solanacearum*, bactéria responsável pela murcha bacteriana.⁵⁸ Esse composto apresentou ainda atividades antifúngica frente a *Fusarium oxysporum* e larvicida contra *Aedes aegypti*.^{67,68}

Secundiflorol H (**142**), isolado de *D. parviflora*, e 3'-O-metilviolanona (**135**) apresentaram citotoxicidade frente às linhagens de células de carcinoma epidemoide de cavidade oral (KB), adenocarcinoma de mama (MCF-7) e câncer de pulmão de pequenas células (NCI-H187) e foram inativos frente a células não cancerígenas.⁷⁸ A atividade inibitória da α-glicosidase das isoflavanonas 3'-O-metilviolanona (**135**) e sativanona (**129**) também é relatada.²²

Pterocarpanos

Os pterocarpanos constituem uma das maiores subclasses de isoflavonoides de Fabaceae, presentes em muitas espécies, além de serem reconhecidos como o segundo maior grupo de isoflavonoides naturais.¹⁴² Os pterocarpanos podem ser descritos como benzo-pirano-furano-benzenos que podem ser formados a partir de isoflavonas por acoplamento intramolecular na posição 4-cetona do anel B (Tabela 4).^{6,143}

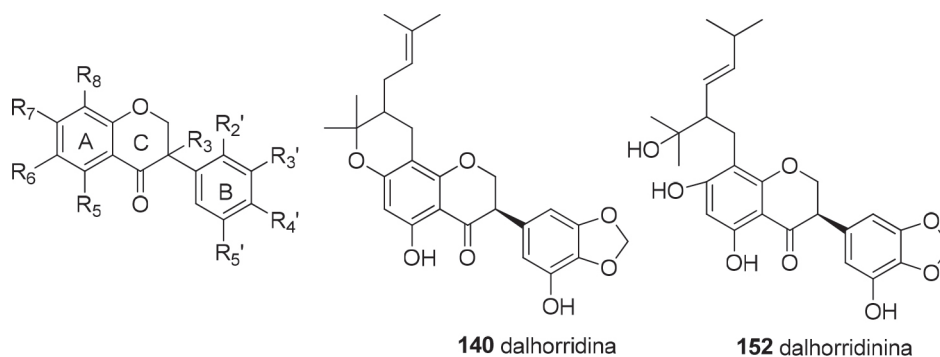
Os pterocarpanos são reconhecidos como fitoalexinas, compostos químicos de biossíntese induzida, que se acumulam em plantas, sob condições de estresse após infecção por microorganismos como bactérias e fungos.⁶ Os pterocarpanos são a terceira maior subclasse de compostos relatados na tribo Dalbergieae, representando 11,2% (**156** a **182**, Tabela 4). Esses metabólitos apresentam uma gama de atividades biológicas.⁶ Um total de 11 pterocarpanos (40,7%) da tribo Dalbergieae são biologicamente ativos. As atividades mais frequentes são citotóxica, antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana.

O pterocarpano aracarpeno **2** (**178**), obtido de *A. hypogaea*, apresentou atividade antibacteriana.³⁶ 3,8-dihidroxi-9-metoxipterocarpano (**168**), obtido de *D. oliveri* e de *D. parviflora*, apresentou atividade proliferativa de pelos e citotóxica frente às linhagens de células de carcinoma epidemoide de cavidade oral (KB), adenocarcinoma de mama (MCF-7) e câncer de pulmão de pequenas células (NCI-H187).^{71,78}

Maackiaina (**177**), homopterocarpano (**157**), medicarpina (**156**), vesticarpano (**165**) e mucronucarpano (**173**) apresentaram atividades citotóxica frente a linhagens de células de câncer de mama (MCF7, T47d e HS578T), antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória, antioxidante e antimutagênica.^{13,106,118-120}

Homopterocarpano (**157**) exibiu ainda citotoxicidade em células de melanoma, cólon humano, mama e leucemia, atividade antifúngica contra *Colletotrichum acutatum* e *Colletotrichum gloeosporioides* e antiulcerogênica.^{120-122,124} Medicarpina (**156**) apresentou também atividade antifúngica, repelente contra zoósporo, larvicida contra *Aedes aegypti* e inibidora de agregação plaquetária.^{62,64,67}

4-Hidroxi-3-metoxi-8,9-metilenodioxipterocarpano (**179**), obtido de *D. parviflora*, foi ativo frente às linhagens de células de carcinoma epidemoide de cavidade oral (KB), adenocarcinoma de mama (MCF-7) e câncer de pulmão de pequenas células (NCI-H187),⁷⁸ enquanto 2,3,9-trimetoxipterocarpano (**170**), homopterocarpano (**157**) e vesticarpano (**165**), isolados de *P. floribundum*, apresentaram atividade citotóxica contra câncer de mama.^{118,120} Os pterocarpanos **165** e **170**

Tabela 3. Estruturas das isoflavanonas de **126-155****140** dalhorridina**152** dalhorridinina

Nº	R ₇	R ₆	R ₅	R ₃	R ₂	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Nome
126	OH	H	OH	H	H	H	OH	H	dihidrogenisteína
127	OH	H	H	H	H	OH	OCH ₃	H	7,3'-dihidroxi-4'-metoxi-isoflavanona
128	OH	H	H	H	OH	H	OCH ₃	H	vestitona
129	OH	H	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	H	sativanona
130	OH	H	H	H	OH	H	O-CH ₂ -O		soforol
131	OH	H	H	H	OCH ₃	H	O-CH ₂ -O		onogenina
132	OH	H	H	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	2',4'-dimetoxi-3,7-dihidroxi-isoflavanona
133	OH	H	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	violanona
134	OH	H	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OH	dalparvina
135	OH	H	H	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	3'-O-metilviolanona
136	OH	H	H	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	2',4',5'-trimetoxi-7-hidroxi-isoflavanona
137	OH	H	H	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	dalparvina B
138	OH	H	OH	H	H	OH	OCH ₃	H	kenusanona G
139	OH	H	H	H	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	7,4'-dihidroxi-3',5'-dimetoxi-isoflavanona
141	OCH ₃	H	OH	OH	OH	H	OCH ₃	H	2',3',7-trihidroxi-4'-metoxi-isoflavanona
142	OH	H	OH	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	secundiflorol H
143	OH	H	H	OH	OH	OH	OCH ₃	H	isodarparvinol B
144	OH	H	OH	H	OCH ₃	H	OH	OH	dalparvina A
145	OH	H	H	OH	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	dalparvina C
146	OH	H	H	H	OH	OH	OCH ₃	prenila	7,2',3'-trihidroxi-4'-metoxi-5'-prenilisoindanona
147	OH	4''-hidroxiprenila	OH	H	OH	H	OH	H	4''-hidroxidifisolona
148	O-glc	prenila	OH	H	OH	H	OH	H	7-O-glicosildifisolona
149	O-glc	prenila	OH	H	OH	H	O-glc	H	7,4'-di-O-glicosildifisolona
150	OH	C-glc	OH	H	OH	H	OH	H	macrocarposídeo
151	OCH ₃	H	OH	OH	OCH ₃	2'',2''-dimetilpirano [5'',6'':3',4']		H	3,5-dihidroxi-2',7-dimetoxi-2'',2''-dimetilpirano [5'',6'':3',4'] isoflavanona
153	OCH ₃	H	OH	OH	OCH ₃	prenila	OH	H	3,4',5-trihidroxi-2',7-dimetoxi-3'-prenilisoflavanona
154	OH	H	OH	H	OH	OH	OCH ₃	prenila	5,7,2',3'-tetrahidroxi-4'-metoxi-5'-prenilisoflavanona
155	OH	H	H	OH	OH	OH	OCH ₃	prenila	3,7,2',3'-tetrahidroxi-4'-metoxi-5'-prenilisoflavanona

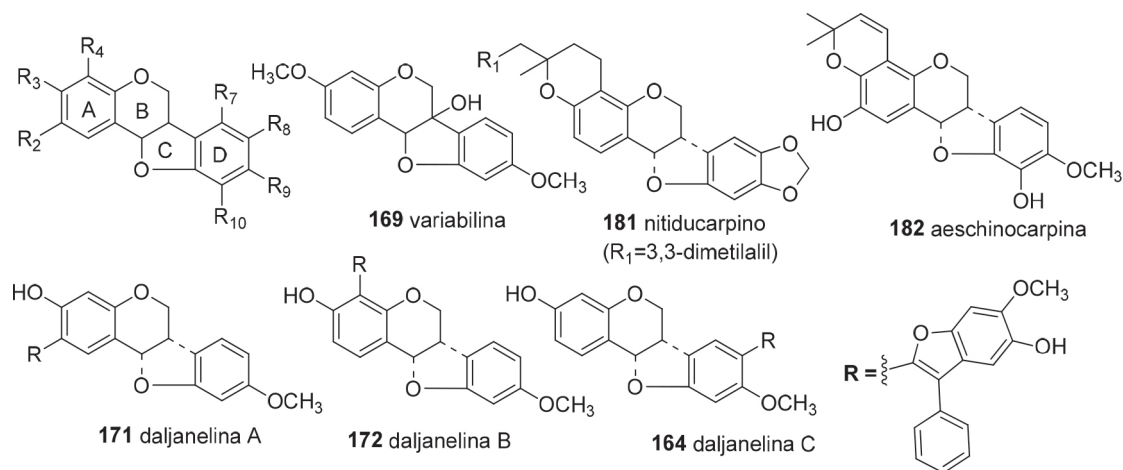
glc=glicosídeo.

também apresentaram atividade antimetabólica.¹¹⁹ Metilnissolina (**166**), obtida de *D. odorifera*, apresentou atividade inibitória de agregação plaquetária, enquanto aeschinocarpina (**182**) e 2-metoximediacarpina (**168**), obtidos de *A. fascicularis*, apresentaram atividade citotóxica moderada e antiproliferativa frente às linhagens de células de carcinoma de próstata (DU-145) e adenocarcinoma de próstata (PC-3).^{25,64}

Rotenoides

Os rotenoides da tribo Dalbergieae totalizaram 12 compostos.

Esses metabólitos (**183 a 194**, 5,0%) constituem uma das subclasses de isoflavanonoides mais importantes devido às suas propriedades inseticidas. São considerados derivados de isoflavanonas pela incorporação de um átomo de carbono adicional, resultado da 2'-hidroxilação e subsequente metilação (2'-OMe) de uma isoflavanona para formação do anel B do esqueleto rotenoide (Figura 2). Os rotenoides podem ser divididos em três subgrupos: desidrorotenoides (**183-185**), rotenoides (**186, 187, 189, 191-194**) e 12a-hidroxirotenoides (**188 e 190**).⁶ Dentre os rotenoides da tribo Dalbergieae, somente três, amorfigenina (**187**), dalbinol (**188**) e amorfigenina-β-D-glicose (**189**), obtidos das

Tabela 4. Estruturas dos pterocarpanos de 156-182

Nº	R ₄	R ₃	R ₂	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	Nome
156	H	OH	H	H	H	OCH ₃	H	medicarpina
157	H	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	H	homopterocarpano
158	H	OH	H	H	O-CH ₂ -O		H	macckiaina
159	H	OCH ₃	H	H	O-CH ₂ -O		H	pterocarpano
160	H	OH	H	H	OH	OCH ₃	H	3,8-dihidroxi-9-metoxipterocarpano
161	H	OH	H	H	OCH ₃	OH	H	kushenina
162	H	OH	H	H	OCH ₃	OCH ₃	H	3-hidroxi-8,9-dimetoxipterocarpano
163	OH	OH	H	H	H	OCH ₃	H	3,4-dihidroxi-9-metoxipterocarpano
165	H	OH	H	H	H	OCH ₃	OH	vesticarpino
166	H	OH	H	H	H	OCH ₃	OCH ₃	metilnissolina
167	H	OCH ₃	H	H	H	OH	OH	8,9-dihidroxi-3-metoxipterocarpano
168	H	OH	OCH ₃	H	H	OCH ₃	H	2-metoximedicaína
170	H	OCH ₃	OCH ₃	H	H	OCH ₃	H	2,3,9-trimetoxipterocarpano
173	H	OCH ₃	OH	H	H	OCH ₃	OH	mucronucarpino
174	OH	OH	H	H	H	OCH ₃	OH	aracarpino 1
175	OH	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	OH	mellitocarpino D
176	OH	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	OCH ₃	mellitocarpino C
177	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	OH	odoricarpino
178	OH	OH	H	OH	H	OCH ₃	H	aracarpino 2
179	OH	OCH ₃	H	H	O-CH ₂ -O		H	4-hidroxi-3-metoxi-8,9-metilenodioxipterocarpano
180	geranila	OCH ₃	H	H	O-CH ₂ -O		H	nutiducol

sementes de *D. monetaria*, são biologicamente ativos apresentando atividade larvívica.⁵³

Isoflavanas

As isoflavanas da tribo Dalbergieae somaram 31 compostos (195-225, 13,0%). Estes metabólitos compõem uma das menores subclasses de isoflavonoides nas quais incluem além de isoflavanas (195-220), isoflavanquinonas (221-223) e isoflavan-4-óis (224-225). As isoflavanas são reconhecidas como fitoalexinas e apresentam estruturas que diferem das isoflavanonas pela ausência da carbonila no carbono 4 do anel C (Figura 3). As isoflavanquinonas diferem das isoflavanas pela presença de carbonilas nas posições 3' e 6' do anel B. Os isoflavan-4-óis se diferenciam das isoflavanonas pela presença de hidroxila no carbono 4 do anel C ao invés de carbonila (Tabela 5). Um total de 26 isoflavanas (10,8%) foram relatadas na tribo Dalbergieae (Tabela 5), nas quais incluem um número significativo de estruturas com padrões simples de substituição no oxigênio (hidroxi, metoxi e metilenodioxí).^{6,18}

Um total de 14 isoflavanas (53,8%) da tribo Dalbergieae são

biologicamente ativas. As atividades mais frequentes são antioxidante, antibacteriana, antifúngica, citotóxica e antimicrobiana.

As isoflavanas vestitol (195), obtida de *D. parviflora*, *D. odorifera*, *D. tonkinensis* e *Machaerium* ssp; sativano (198), 8-demetilduartina (205) e 3'-hidroxi-8-metoxivestitol (207), isoladas de *D. parviflora*, bem como duartina (208), obtida de *D. parviflora* e *Machaerium* ssp, apresentaram atividade antioxidante nos ensaios XI/XO, ORAC e DPPH.^{92,141} Vestitol (195) também apresentou atividades antibacteriana contra *Ralstonia solanacearum*, inibidora de agregação plaquetária e anti-hipercolesterêmica.^{58,64,65} Kotstrigoisoflavanol (224), obtido de *K. strigosa*, apresentou potencial antioxidante.¹⁰⁵

Mucronulato (200), obtido de *D. oliveri*, *D. odorifera* e *D. parviflora*, exibiu atividades antifúngica contra *Fusarium oxysporum*, citotóxica, antimalárica, antibacteriana, bem como anti-hipercolesterêmica e inibidora da α -glicosidase.^{23,61,65,68} 5'-Metoxivestitol (221), isolado de *D. odorifera* e *D. oliveri* e claussequinona (222), obtida de *D. odorifera* e *D. candanensis*, apresentaram atividades anti-hipercolesterêmica, inibidora da α -glicosidase e proliferativa de pelos.^{61,65,71} O composto 222 apresentou ainda atividades antibacteriana e repelente contra zoósporos.^{41,62} 3'-Hidroxi-8-metoxivestitol

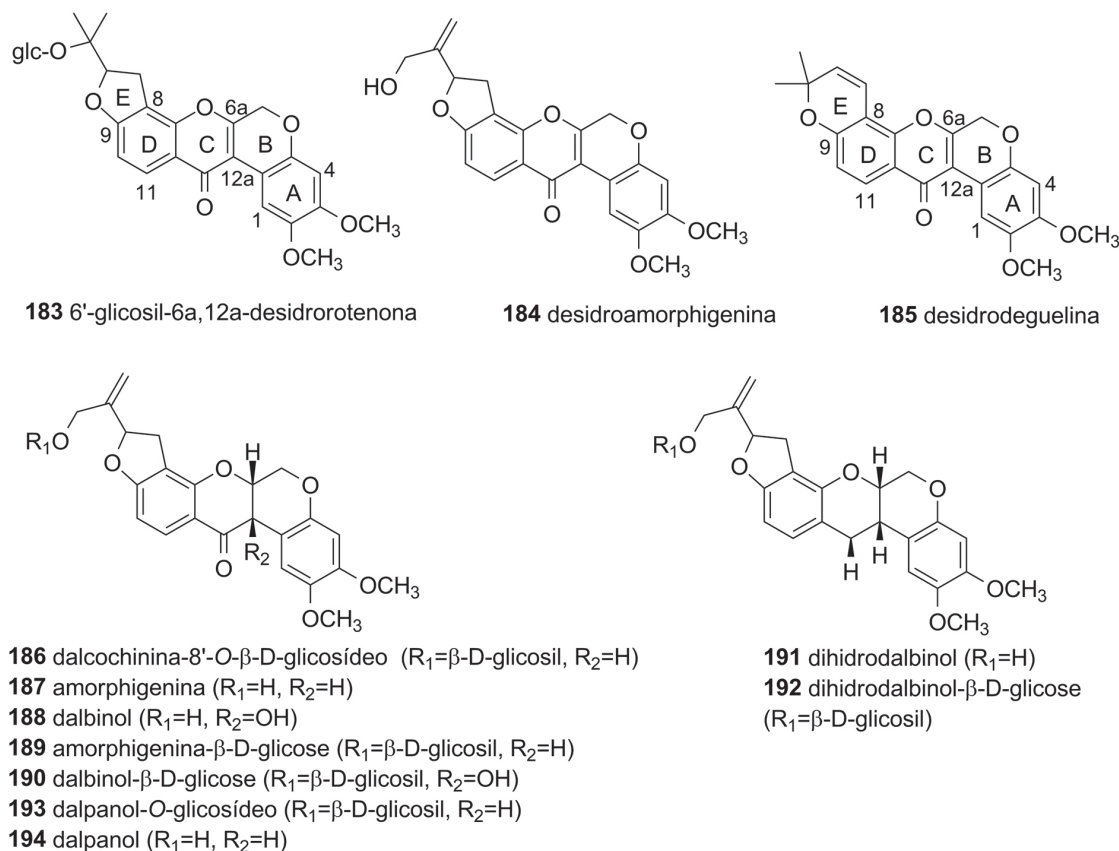


Figura 2. Fórmulas estruturais dos rotenoides de 183-194

(207), dalvelutinano B (214) e nitidulina (216), obtidos de *D. velutina*, foram avaliados quanto a citotoxicidade frente às linhagens celulares de carcinoma cervical humano (HeLa), carcinoma hepatocelular (HepG-2), adenocarcinoma de cólon (HT-29), carcinoma epidermoide de cavidade oral (KB), adenocarcinoma de mama (MCF-7), sendo que os compostos 207 e 214 foram moderadamente ativos contra três linhagens, enquanto o 216 demonstrou citotoxicidade significativa frente às cinco linhagens.⁹⁷

Duartina (208) apresentou atividade citotóxica frente às linhagens de células carcinoma epidermoide de cavidade oral (KB) e câncer de pulmão de pequenas células (NCI-H187).²³ 4'-O-Metilpreglabridina (210) e 4'-O-metilglabridina (211), obtidos de *D. robinoides*, apresentaram atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Candida albicans*,¹⁰⁴ enquanto o secundiflorol G (217), obtido de *A. fascicularis*, apresentou atividade anticâncer significativa frente às linhagens de células de carcinoma de laringe (Hep-2), carcinoma epidermoide de cavidade oral (KB) e carcinoma cervical humano (HeLa).^{24,144}

Outros isoflavonoides

Um total de 15 compostos (226-240, 6,2%, Figura 4) não foram incluídos nas subclasses de isoflavonoides anteriormente discutidas e são classificados como isoflav-3-enos (226 e 227), pterocarpenos (228-232), cumestonas (233-235), arilbenzofurano-3-carbaldeído (236-238), cumaronocromona (239) e isoflavonoide benzofurano (240). Os isoflav-3-enos são similares às isoflanas, acrescido de uma ligação dupla em C-3 do anel C.⁶

Os isoflav-3-enos tem um efeito promissor na inibição do NADH oxidase (tNOX) em células cancerígenas, o que por sua vez, leva à apoptose. Compostos dessa subclasse têm sido investigados contra cânceres de ovário, próstata e cervical.¹⁸ Entretanto, não há relato

de atividade biológica para os isoflav-3-enos (226 e 227) da tribo Dalbergieae.

Os pterocarpenos apresentam estrutura derivada dos pterocarpanos com a presença de uma ligação dupla entre os carbonos 6a e 11a. Cumestonas são consideradas derivadas de isoflavonas,¹⁸ porém, alternativamente, também podem ser originadas de 2-hidroxi-3-arilcumarinas.⁶ As cumaronocromonas constituem uma pequena subclasse de isoflavonoides e sua biossíntese, não é clara, embora seja sugerido que hidroxil-isoflavonas, que às vezes co-ocorrem com as cumaronocromonas, podem ser os seus precursores.^{6,18} Não há um consenso sobre a origem biossintética de arilbenzofurano-3-carbaldeído. Macias *et al.*¹⁴⁵ sugerem que sejam derivados de cumestanos pela abertura de um anel, entretanto, uma análise dos padrões de substituição indica que o anel A de 2-arilbenzofuranos é derivado do chiquimato, em vez do acetato, sugerindo uma via biossintética alternativa.⁶

Não foram encontrados relatos de atividades biológicas para os pterocarpenos (228-232), cumestonas (233-235) e cumaronocromona (239) da tribo Dalbergieae. Os três arilbenzofurano-3-carbaldeído (236-238), obtidos das folhas de *A. inermis*, apresentaram atividade antiplasmódica contra *Plasmodium falciparum*.³¹ O isoflavonoide benzofurano (240), isolado da casca do caule de *P. erinaceus*, apresentou atividade antioxidante.¹²³

Considerações sobre as atividades biológicas da tribo Dalbergieae

Os resultados da revisão das atividades biológicas dos isoflavonoides da tribo Dalbergieae mostraram um total de 81 compostos ativos, em 46 espécies pertencentes a 12 gêneros. Os gêneros mais estudados, do ponto de vista biológico, são *Dalbergia*, *Machaerium*, *Andira* e *Pterocarpus* com 21, 6, 6 e 4 espécies, respectivamente. Ribeiro *et al.*¹⁴⁶ afirmam que investigações filogenéticas baseadas

Tabela 5. Estruturas das isoflavanas de 195 - 219

Nº	R ₈	R ₇	R ₆	R _{2'}	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Nome
195	H	OH	H	OH	H	OCH ₃	H	vestitol
196	H	OH	H	OCH ₃	H	OH	H	neovestitol
197	H	OCH ₃	H	OH	H	OCH ₃	H	7-O-metilvestitol
198	H	OH	H	OCH ₃	H	OCH ₃	H	sativano
199	geranila	OH	H	H	H	OCH ₃	H	canatenenina F
200	H	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	mucronulato
201	H	OH	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	5'-metoxivestitol
202	H	OH	H	OH	OH	OCH ₃	H	7,2',3'-trihidroxi-4'-metoxi-isoflavana
203	OH	OH	H	OCH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	7,8-dihidroxi-2',4',5'-trimetoxi-isoflavana
204	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	7,8,2'-trihidroxi-3',4'-dimetoxi-isoflavana
205	OH	OH	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	8-demetilduartina
206	OH	OH	H	OH	OH	OCH ₃	H	3',8-dihidroxi-vestitol
207	OCH ₃	OH	H	OH	OH	OCH ₃	H	3'-hidroxi-8-metoxivestitol
208	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	duartina
209	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	isoduartina
210	prenila	OH	H	OH	H	OCH ₃	H	4'-O-metilpreglabridina
212	H	OH	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	6,7,3'-trihidroxi-2',4'-dimetoxi-isoflavana
217	H	OH	H	OH	OH	OCH ₃	2-metilbut-3-en-2-ila	secundiflorol G
218	OCH ₃	OCH ₃	OH	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	machaerol B
219	OH	OCH ₃	OH	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	machaerol C

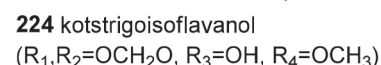
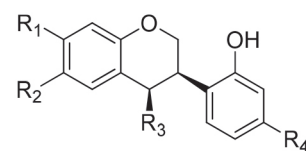
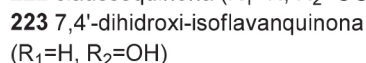
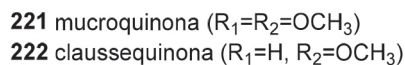
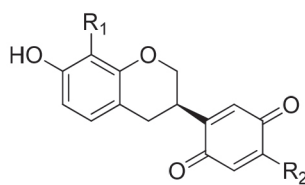
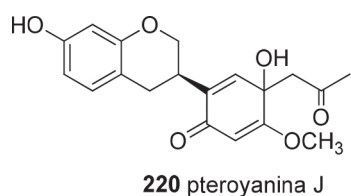
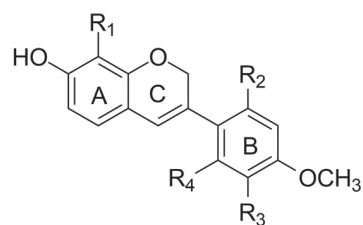
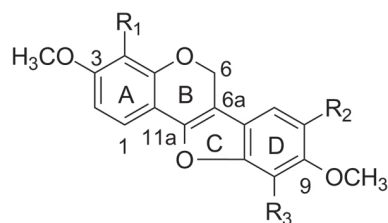
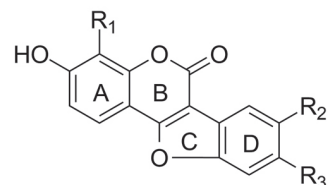
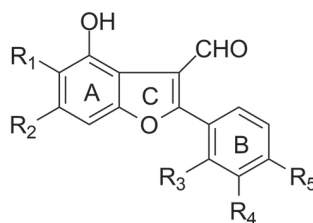
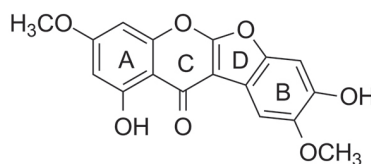
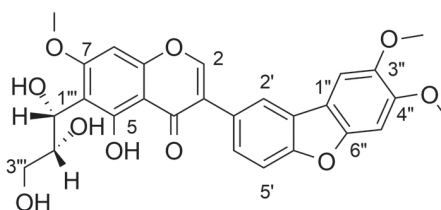


Figura 3. Fórmulas estruturais de isoflavana (220), isoflavanquinonas (221-223) e isoflavan-4-ols (224-225)

em dados moleculares mostraram uma relação íntima entre os gêneros *Dalbergia* e *Machaerium* os quais pertencem ao mesmo clado (*Dalbergia*), o que pode explicar suas similaridades em composição química e atividades biológicas. Entretanto, estes estudos apontaram ainda, uma proximidade entre os gêneros *Machaerium* e *Aeschynomene* seção *Ochopodium*,^{9,146} no entanto, os resultados não são conclusivos e não há indicativo de similaridade a partir dos dados

quimiosistemáticos. Os isoflavonoides de duas espécies do gênero *Dalbergia* (*D. parviflora* e *D. odorifera*) apresentaram uma grande variedade de atividades biológicas, com destaque para atividade estrogênica, sobretudo atribuída às isoflavonas, relatadas em *D. parviflora*.

A maioria dos resultados de atividades biológicas foi obtida a partir de ensaios com compostos isolados. Dentre as 46 espécies com atividades biológicas apenas *A. sensitiva*, *A. fluminensis*, *D.*

**226** 7,2'-dihidroxi-8,4'-dimetoxi-isoflavona(R₁=OCH₃, R₂=OH, R₃=R₄=H)**227** odoriflavona (R₁=R₂=H, R₃=OCH₃, R₄=OH)**228** bryacarpene 1 (R₁=R₃=OH, R₂=OCH₃)**229** bryacarpene 2 (R₁=H, R₂=OCH₃, R₃=OH)**230** bryacarpene 3 (R₁=H, R₂=R₃=OCH₃)**231** bryacarpene 4 (R₁=OH, R₂=H, R₃=OCH₃)**232** bryacarpene 5 (R₁=R₂=H, R₃=OCH₃)**233** dalbergestano (R₁=OCH₃, R₂=R₃=OH)**234** 12-O-metilcomestrol (R₁=R₂=H, R₃=OCH₃)**235** medicagol (R₁=H, R₂,R₃=OCH₂O)**236** andinerma A (R₁=H, R₂=R₃=R₅=OCH₃, R₄=OH)**237** andinerma B (R₁,R₂=OCH₂O, R₃=R₅=OCH₃, R₄=OH)**238** andinerma C (R₁=H, R₂=R₃=OCH₃, R₄=R₅=OH)**239** dalbergicromona**240** 3-(7,8-dimetoxi[b,d]furan-2-il)-5-hidroxi-7-metoxi-6-((1*R*,2*R*)-1,2,3-trihidroxipropil)-4H-cromen-4-ona**Figura 4.** Fórmulas estruturais de outros isoflavonoides (226-240)

odorifera e *V. guianensis* apresentaram resultados exclusivamente com extrato bruto ou frações.^{26,27,65,136-138} As atividades predominantes nos isoflavonoides foram antimicrobiana (13 espécies), estrogênica (11 espécies), citotóxica (11 espécies) e antioxidante (9 espécies). As isoflavonas (**1-125**, 52,1%) compõem a subclasse de isoflavonoides com maior número e variedade de atividades biológicas, seguidas pelas isoflavanonas (**126-155**, 12,5%), pterocarpanos (**156-182**, 11,2%) e isoflavanas (**195-220**, 10,8%). As atividades biológicas mais frequentes entre as isoflavonas foram citotóxica, estrogênica, antioxidante, osteogênica e anti-helmíntica. Esses resultados demonstram o potencial biológico da tribo Dalbergieae, bem como sugerem a necessidade de mais estudos visando a descoberta de princípios ativos, uma vez que apenas 33,75% dos compostos relatados apresentaram alguma atividade biológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica dos isoflavonoides da tribo Dalbergieae (Fabaceae-Papilionoideae), no período de 1945 a 2019, mostrou a ocorrência de 240 compostos distribuídos em 69 espécies pertencentes a 15 gêneros. Os isoflavonoides glicosilados totalizaram 48 compostos que corresponde a 20%. Formononetina (**2**), biochanina A (**17**) e medicarpina (**156**) são os isoflavonoides que ocorrem com maior frequência na tribo. Os gêneros que apresentaram maior número de espécies com ocorrência de isoflavonoides foram *Dalbergia*, *Machaerium*, *Andira* e *Pterocarpus*, com 31, 9, 6 e 5, respectivamente.

A tribo Dalbergieae demonstrou possuir um importante potencial biológico com 46 espécies e 81 isoflavonoides bioativos, no entanto, representa apenas 33,75% dos compostos isolados e identificados, sugerindo a necessidade de mais estudos para verificar o potencial biológico dos demais compostos e espécies.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Capes, CNPq (406126/2018-6 e 302470/2018-2) e CNPq/INCTBioNat (465637/2014-0) pelo apoio financeiro e bolsa.

REFERÊNCIAS

- Sousa, E. A.; Chaves, M. H.; *Rev. Virtual Quim.* **2019**, *11*, 1767.; Wink, M.; Botschen, F.; Gosmann, C.; Schafer, H.; Waterman, P. G.; *Annu. Plant Rev.* **2010**, *40*, 364.
- Singh, R.; Geetanjali. Em *Natural Products and Drug Discovery: An Integrated Approach*; Mandal, S. C.; Mandal, V.; Konishi, T., eds.; Elsevier-Copyright: Amsterdam, 2018, cap. 6.
- Reynolds, T.; *Phytochemistry* **2007**, *68*, 2887.
- Zidorn, C.; *Phytochemistry* **2019**, *163*, 147.
- Pereira, R.; Souza, E. B.; Fontenelle, R. O. S.; Vasconcelos, M. A.; Santos, H. S.; Teixeira, E. H. *Hoehnea* **2019**, *46*, 1; Rocha e Silva, H.; Silva, C. C. M.; Caland-Neto, L. B.; Lopes, J. A. D.; Citó, A. M. G. L.; Chaves, M. H. *Quim. Nova* **2007**, *30*, 1877; Zaruchi, J. L.;

- Phytochemical Dictionary of the Leguminosae*, Chapman & Hall: London, 1994.
6. Veitch N.; *Nat. Prod. Rep.* **2013**, *30*, 988; Veitch N.; *Nat. Prod. Rep.* **2009**, *26*, 776.; Veitch N.; *Nat. Prod. Rep.* **2007**, *24*, 417.
 7. LPWG (Legume Phylogeny Working Group); *Taxon* **2017**, *66*, 44.
 8. Sharma, V.; Ramawat, K. G. Em *Natural Products*; Ramawat, K. G., Mérillon, J. M., eds.; Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2013, cap. 60.
 9. Wojciechowski, M. F.; Lavin, M.; Sanderson, M. J.; *Am. J. Bot.* **2004**, *91*, 1846; Lavin, M.; Pennington, R. T.; Klitgaard, B. B.; Sprent, J. I.; Lima, H. C.; Gasson, P. E. *Am. J. Bot.* **2001**, *88*, 503.
 10. Lewis, G. P.; Schrire, B. D.; Mackinder, B. A.; Lock, J. M. *Legumes of the World*, Royal Botanic Gardens, Kew: London, 2005.
 11. Forzza, R. C.; Baumgratz, J. F. A.; Bicudo, C. E. M.; Carvalho Júnior, A. A.; Costa, A.; Costa, D. P.; Hopkins, M.; Leitman, P. M.; Lohmann, L. G.; Maia, L. C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M. P.; Coelho, M. A. N.; Peixoto, A. L.; Pirani, J. R.; Prado, J.; Queiroz, L. P.; Souza, V. C.; Stehmann, J. R.; Sylvestre, L. S.; Walter, B. M. T.; Zappi, D.; *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010, v. 2.
 12. Hegnauer, R.; Barkmeijer, R. J. G.; *Phytochemistry* **1993**, *34*, 3.
 13. Amen, Y. M.; Marzouk, A. M.; Zaghoul, M. G.; Afifi, M. S.; *Nat. Prod. Res.* **2015**, *29*, 1388.
 14. Judd, W. S.; Campbell, C. S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F.; *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates. Sunderland: Massachusetts, 2007.
 15. Souza, V. C.; Lorenzi, H. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, baseado em APG II*, Plantarum: Nova Od, 2008.
 16. Wojciechowski, M. F. Em *Advances in Legume Systematics*; Klitgaard, B. B., Bruneau, A. eds.; Royal Botanic Gardens, Kew: London, 2003; Klitgaard, B. B.; Lavin, M. Em *Legumes of the World*; Lewis, G. P., Schrire, B., Mackinder, B., Lock, M., eds.; The Royal Botanical Gardens, Kew: London, 2005.
 17. Ferreira, J. J. S.; Oliveira, A. C. S.; Queiroz, R. T.; Silva, J. S.; *Rodriguésia* **2019**, *70*, e03502017.
 18. Dewick, P. M.; *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 2009, 539 p.
 19. Reynaud, J.; Guilet, D.; Terreux, R.; Lussignol, M.; Walchshofer, N.; *Nat. Prod. Res.* **2005**, *22*, 504.
 20. Umehara, K.; Nemoto, K.; Kimuima K.; Matsushita, A.; Terada, E.; Monthakantirat, O.; Eknankul, W.; Miyase, T.; Warashina, T.; Degawa, M.; Noguchi, H.; *Phytochemistry* **2008**, *69*, 546. 2008; Umehara, K.; Nemoto, K.; Matsushita, A.; Terada, E.; Monthakantirat, O.; Eknankul, W.; Miyase, T.; Warashina, T.; Degawa, M.; Noguchi, H.; *J. Nat. Prod.* **2009**, *72*, 2163.
 21. Araujo, J. M. E.; Melo, L. S. M.; Araujo, E. D.; Fernandes, R. P. M.; Scher, R.; *Braz. Arch. Biol. Technol.* **2018**, *61*, e18160461.
 22. Zhao, C.; Liu, Y.; Cong, D.; Zhang, H.; Yu, J.; Jiang, Y.; Cui, X.; Sun, J.; *Biomed. Chromatogr.* **2013**, *27*, 1621.
 23. Songsiang, U.; Wanich, S.; Pitchuanom, S.; Netsopa, S.; Uanporn, K.; Yenjai, C.; *Fitoterapia* **2009**, *80*, 427.
 24. Caamal-Fuentes, E. E.; Peraza-Sánchez, S. R.; Torres-Tapia, L. W.; Moo-Puc, R. E.; *Molecules* **2015**, *20*, 13563.
 25. Caamal-Fuentes, E.; Moo-Puc, R.; Torres-Tapia, L. W.; Peraza-Sanchez, S. R.; *Nat. Prod. Commun.* **2013**, *8*, 1421.
 26. Ignoato, M. C.; Fabrão, R. M.; Schuquel, I. T. A.; Botelho, M. F. P.; Santin, S. M. O.; *Quim. Nova* **2012**, *35*, 2241.
 27. Arruda, R. F.; Alves-Olher, V. G.; Vandresen, F.; Schuquel, I. T. A.; Bersani-Amado, C. A.; Nakamura, C. V.; Silva, C. C.; *Rev. Virtual Quim.* **2018**, *10*, 698.
 28. Silva, V. C.; Carvalho, M. G.; Borba, H. R.; Silva, S. L. C.; *Rev. Bras. Farmacogn.* **2008**, *18*, 573.
 29. Silva, V. C.; Alves, A. N.; Santana, A.; Carvalho, M. G.; *Quim Nova* **2006**, *29*, 1184.
 30. Garcez, W. S.; Garcez, F. R.; Tieppo, C.; Freitas, O.N.; Hamerski, L.; *Biochem. Syst. Ecol.* **2010**, *38*, 1242.
 31. Kraft, C.; Jenett-Siems, K.; Siems, K.; Solis, P. N.; Gupta, M. P.; Bienzle, U.; Eich, E.; *Phytochemistry* **2001**, *58*, 769.
 32. Kraft, C.; Jenett-Siems, K.; Siems, K.; Gupta, M. P.; Bienzle, U.; Eich, E.; *J. Ethnopharmacol.* **2000**, *73*, 131.
 33. Silva, B. P.; Velozo, L. S. M.; Parente, J. P.; *Fitoterapia* **2000**, *71*, 663.
 34. Garcia, M. G.; Nascimento, C. C.; Ferreira, A. G.; Lima, M. P.; *Chem. Nat. Compd.* **2018**, *54*, 856.
 35. Almeida, J. G. L.; Silveira, E. R.; Pessoa, O. D. L.; *Magn. Reson. Chem.* **2008**, *46*, 103.
 36. Sobolev, V. S.; Neff, S. A.; Gloer, J. B.; Shabana, I.; Khan, S. I.; Tabanca, N.; Lucca, A. J.; Wedge, D. E.; *Phytochemistry* **2010**, *71*, 2099.
 37. Hausen, B. M.; Bruhn G.; Koenig, W. A. *Contact Dermatitis* **1991**, *25*, 149; Ferreira, M. A.; Moir, M.; Thomson, R. H.; *J. Chem. Soc.* **1974**, *1*, 2429; Ferreira, M. A.; Moir, M.; Thomson, R. H.; *J. Chem. Soc.* **1975**, *1*, 1113.
 38. Araujo, C. A. C.; Alegrio, L. V.; Leon, L. L.; *Phytochemistry* **1998**, *49*, 751.
 39. Alegrio, L. V.; Braz-Filho, R.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1989**, *28*, 2359.
 40. Abdou, J. P.; Momeni, J.; Adhikari, A.; Tsabang, N.; Tchinda, A. T.; Choudhary, M. I.; Nkengfack, A. E.; *Phytochem. Lett.* **2017**, *21*, 109.
 41. Hamburger, M. O.; Cordell, G. A.; *J. Nat. Prod.* **1987**, *50*, 696.
 42. Cheenpracha, S.; Karalai, C.; Ponglimanont, C.; Kanjana-Opas, A.; *J. Nat. Prod.* **2009**, *72*, 1395.
 43. Svasti, J.; Srisomsap, C.; Techasakul, S.; Surarit, R.; *Phytochemistry* **1999**, *50*, 739.
 44. Rao, P. R.; Narayanan, M. C.; Gopalakrishnan, S. M.; Shanmugam, N. N.; *J. Asian Nat. Prod. Res.* **2006**, *8*, 143.
 45. Ramesh, P.; Yuvahajan, C. R.; *J. Nat. Prod.* **1995**, *58*, 1240.
 46. Piccinelli, A. L.; Lotti, C.; Campone, L.; Cuesta-Rubio, O.; Fernandez, M. C.; Rastrelli, L.; *J. Agric. Food Chem.* **2011**, *59*, 6484.
 47. Donnelly, D. M. X.; Keenan, P. J.; Prendergast, J. P.; *Phytochemistry* **1973**, *12*, 1157.
 48. Khan, I. A.; Avery, M. A.; Burandt, C. L.; Goins, D. K.; Mikell, J. R.; Nash, T. E.; Azadegan, A.; Walker, L. A.; *J. Nat. Prod.* **2000**, *63*, 1414.
 49. Narayanan, M. C.; Rao, P. R.; Shanmugam, N. N.; Gopalakrishnan, S. M.; Devi, K.; *Nat. Prod. Res.* **2007**, *10*, 903.
 50. Malhotra, A.; Murti, V. V. S.; Seshadri, T. R.; *Tetrahedron* **1966**, *23*, 405.
 51. Mutai, P.; Heydenreich, M.; Thoithi, G.; Mugumbate, G.; Chibale, K.; Yenesew, A.; *Phytochem. Lett.* **2013**, *6*, 671.
 52. Nunes, D. S.; Haag, A.; Bestmann, H. J.; *Eur. J. Org. Chem.* **1989**, *4*, 331.
 53. Abe, F.; Donnelly, D. M X.; Morett, C.; Polonsky, J.; *Phytochemistry* **1985**, *24*, 1071.
 54. Mathias, L.; Vieira, I. J. C.; Braz-Filho, R.; Rodrigues-Filho, E. A.; *J. Nat. Prod.* **1998**, *61*, 1158.
 55. Bekker, M.; Malan, E.; Steenkamp, J. A.; Brandt, E. V.; *Phytochemistry* **2002**, *59*, 415.
 56. Ferreira, J. A.; Nel, J. W.; Brandt, E. V.; Bezuidenhout, B. C. B.; Ferreira, D. J.; *Chem. Soc. Perkin Trans. I* **1995**, *26*, 1049.
 57. Li, L.; Liu, J. Z.; Luo, M. Wang, W.; Huang, Y. Y.; Efferth, T.; Wang, H. M.; Fu, Y. J.; *J. Chromatogr. B* **2016**, *1033-1034*, 40.
 58. Zhao, X.; Mei, W.; Gong, M.; Zuo, W.; Bai, H.; Dai, H.; *Molecules* **2011**, *16*, 9775.
 59. Lee, C.; Lee, J. W.; Jin, Q.; Jang, D. S.; Lee, S. J.; Lee, D.; Hong, J. T.; Kim, Y.; Lee, M. K.; Hwang, B. Y.; *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2013**, *23*, 4263.

60. Zhang, D. Y.; Zu, Y. G.; Fu, Y. J.; Luo, M.; Gu, C. B.; Wang, W.; Yao, X. H.; *Sep. Purif. Technol.* **2011**, *83*, 91.
61. Choi, C. W.; Choi, Y. H.; Cha, M. R.; Yoo, D. S.; Kim, Y. S.; Yon, G. H.; Hong, K. S.; Kim, Y. H.; Ryu, S. Y.; *J. Agric. Food Chem.* **2010**, *58*, 9988.
62. Islam, T. M.; *Z. Naturforsch.* **2008**, *63*, 233.
63. Liu, R. X.; Wang, Q.; Guo, H. Z.; Li, L.; Bi, K. S.; Guo, D. A.; *J. Pharm. Biomed. Anal.* **2005**, *39*, 469.; Liu, R. X.; Ye, M.; Guo, H. Z.; Bi, K. S.; Guo, D. A.; *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2005**, *19*, 1557.
64. Goda, Y.; Katayama, M.; Ichikawa, K.; Shibuya, M.; Kiuchi, F.; Sankawa, U.; *Chem. Pharm. Bull.* **1985**, *33*, 5606.
65. Yahara, S.; Saijo, R.; Nohara, T.; Konishi, R.; Yamahara, J.; Kawasaki, T.; Miyahara, K.; *Chem. Pharm. Bull.* **1985**, *33*, 5130.
66. Yahara, S.; Ogata, T.; Saijo, R.; Konishi, R.; Yamahara, J.; Miyahara, K.; Nohara, T.; *Chem. Pharm. Bull.* **1989**, *37*, 979.
67. Pluempunapat, S.; Kumrungsee, N.; Pluempunapat, W.; Ngamkitpinyo, K.; Chavasiri, W.; Bullangpoti, V.; Koul, O.; *Ind. Crops Prod.* **2013**, *44*, 653.
68. Deesamer, S.; Kokpol, U.; Chavasiri, W.; Douillard, S.; Peyrot, V.; Vidal, N.; Combes, S.; Finet, J.; *Tetrahedron* **2007**, *63*, 12986.
69. Ito, C.; Itoigawa, M.; Kanematsu, T.; Ruangrunsi, N.; Mukainaka, T.; Tokuda, H.; Nishino, H.; Furukawa, H.; *Phytochemistry* **2003**, *64*, 1265.
70. Donnelly, D. M. X.; Kavanach, P. J.; *Phytochemistry* **1974**, *13*, 2587.
71. Park, S. J.; Nhiem, N. X.; Tai, B. H.; Anh, H. L. T.; Oh, S. H.; Sung, J. H.; Van Kiem, P.; *Nat. Prod. Commun.* **2017**, *12*, 1729.
72. Parthasarathy, M. R.; Seshadri, T. R.; Varma, R. S.; *Phytochemistry* **1976**, *15*, 1025.
73. Adinarayana, D.; Rao, J. R.; *Tetrahedron* **1972**, *28*, 5377.
74. Parthasarathy, M. R.; Seshadri, T. R.; Varma, R. S.; *Letters to the Editor* **1974**, *43*, 74.
75. Radhakiushniah, M. *Phytochemistry* **1973**, *12*, 3003.
76. Ibrahim, S. Bandi, A. K. R.; Gunasekar, D.; Murthy, M. M.; Rao, T. P.; Blond, A.; Bodo, B.; *Nat. Prod. Commun.* **2007**, *2*, 1109.
77. Castellano, G.; Torrens, F.; *Int. J. Mol. Sci.* **2015**, *16*, 12891.
78. Songsiang, U.; Hahnvajawanong, C.; Yenjai, C. *Fitoterapia* **2011**, *82*, 1169.
79. Monthakantirat, O.; Umehara, K.; Matsushita, A.; Terada, E.; De-Eknamkul, W.; Miyase, T.; Warashina, T.; Noguchi, H.; *Planta Med.* **2007**, *73*, 379.
80. Braz Filho, R.; Almeida, M. E. L.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1973**, *12*, 1187.
81. Charles, J. A.; Gandhidasan, R.; *Indian J. Chem.* **2006**, *45B*, 1282.
82. Dixit, P.; Chillara, R.; Khedgikar, V.; Gautam, J.; Kushwaha, P.; Kumar, A.; Singh, D.; Trivedi, R.; Maurya, R.; *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2012**, *22*, 890.
83. Reddy, R. V. N.; Reddy, N. P.; Khalivulla, S. I.; Reddy, M. V. B.; Gunasekar, D.; Blond, A.; Bodo, B.; *Phytochem. Lett.* **2008**, *1*, 23.
84. Farag, S. F.; Ahmed, A. S.; Terashima, K.; Takaya, Y.; Niwa, M.; *Phytochemistry* **2001**, *57*, 1263.
85. Sarg, T.; Ateya, A. M.; Ghani, A. A.; Badr, W.; Hams, G.; *Pharm. Biol.* **1999**, *37*, 54.
86. Kavimani, S.; Ilango, R.; Krishnamoorthy, G.; Tamizhmozhi, M.; Jaykar, B.; Nagarajan, N. S.; Manoj, C.; *Indian J. Heterocycl. Chem.* **1997**, *6*, 235.
87. Kumar, S.; Steiner, T.; Subramanian, K.; *J. Chem. Crystallogr.* **1999**, *29*, 99.
88. Narayanan, V.; Nagarajan, N. S.; *Phytochemistry* **1988**, *27*, 2364.
89. Radha, R.; Vasantha, V. S.; Pitchumani, K.; *Nat. Prod. Commun.* **2015**, *10*, 1959.
90. Cook, J. T.; Olli, W. D.; Sutherland, I. O.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1419.
91. Nagarajan, N. S.; Sethuraman, M. G.; Manoj, C. N.; Rao, R. P.; *Nat. Prod. Res.* **2006**, *20*, 195.
92. Son, N. T.; Kamiji, M.; Huong, T. T.; Kubo, M.; Cuong, N. M.; Fukuyama, Y.; *Med. Chem. Res.* **2019**, *28*, 1441.
93. Son, N. T.; Oda, M.; Hayashi, N.; Yamaguchi, D.; Kawagishi, Y.; Takahashi, F.; Harada, K.; Cuong, N.; Fukuyama, Y.; *Nat. Prod. Commun.* **2018**, *13*, 157.
94. Innocent, E.; Magadula, J. J.; Kihampa, C.; Heydenreich, M.; *Nat. Prod. Commun.* **2010**, *5*, 903.
95. Kurosawa, K.; Ollis, W. D.; Suthwland, I. O.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1417.
96. Kaennakam, S.; Sukandar, E. R.; Rassamee, K.; Siripong, P.; Tip-Pyang, S.; *Phytochem. Lett.* **2019**, *31*, 187.
97. Kaennakam, S.; Siripong, P.; Tip-Pyang, S.; *J. Nat. Med.* **2017**, *71*, 310.
98. Kaennakam, S.; Siripong, P.; Tip-Pyang, S. *Nat. Prod. Res.* **2015**, *30*, 1493.
99. Loan, P. T.; Le Anh, H. T.; Cuc, N. T.; Yen, D. T.; Hang, D. T.; Ha, T. M.; Nhiem, N. X.; Van Du, N.; Thai, T. H.; Van Minh, C.; Van Kiem, P.; *Nat. Prod. Commun.* **2014**, *9*, 809.
100. Chawla, H.; Chibber, S. S.; Seshadri, T. R.; *Phytochemistry* **1974**, *13*, 2301.
101. Kurosawa, K.; Ollis, W. D.; Redman, B. T.; Sutherland, I. O.; Alves, H. M.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1423.
102. Jurd, L.; Stevens, K.; Manners, G. *Phytochemistry* **1972**, *11*, 2535.
103. Castro, O.; Lopez, J.; Vergara, A.; *J. Nat. Prod.* **1986**, *49*, 680.
104. Vila, J.; Balderrama, L.; Bravo, J. L.; Almanza, G.; Codina, C.; Bastida, Connolly, J.; *Phytochemistry* **1998**, *49*, 2525.
105. Awouafack, M. D.; Tchuenguem, R. T.; Ito, T.; Dzoyem, J. P.; Tane, P.; Morita, H.; *Helv. Chim. Acta* **2016**, *99*, 321.
106. Seo, E. K.; Kim, N. C.; Mi, Q.; Chai, H.; Wall, M. E.; Wani, M. C.; Navarro, H. A.; Burgess, J. P.; Graham, J. G.; Cabieses, F.; Tan, G. T.; Farnsworth, N. R.; Pezzuto, J. M.; Kinghorn, A. D.; *J. Nat. Prod.* **2001**, *64*, 1483.
107. Elsohly, H. N.; Joshi, A. S.; Nimrod, A. C.; *Planta Med.* **1999**, *65*, 490.
108. Carvalho, A. A.; Santos, L. R.; Sousa, R. P.; Freitas, J. S.; Araújo, B. Q.; Chaves, M. H. Em *Ciências Biológicas Campo Promissor em Pesquisa 2*; Freitas, R. M., eds.; Atena Editora: Ponta Grossa, 2019, cap. 13.
109. Ollis, W. D.; Redman, B. T.; Sutherland, I. O.; Gottlieb, O. R.; Magalhães, M. T.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1383.
110. Kurosawa, K.; Ollis, W. D.; Suthwland, I. O.; Gottlieb, O. R.; Oliveira, A. B.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1405.
111. Ollis, W. D.; Sutherland, I. O.; Alves, H. M.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1401.
112. Ogiyama, K.; Yasue, M.; *Phytochemistry* **1973**, *12*, 2544.
113. Kurosawa, K.; Ollis, W. D.; Redman, B. T.; Suthwland, I. O.; Gottlieb, O. R.; *Phytochemistry* **1978**, *17*, 1413.
114. Adem, F. A.; Mbaveng, A. T.; Kuete, V.; Heydenreich, M.; Ndakala, A.; Irungu, B.; Yenesew, A.; Efferth, T.; *Phytomedicine* **2019**, *58*, 152853.
115. Xu, Y. J.; Foubert, K.; Dhooghe, L.; Lemièrre, F.; Maregesi, S.; Coleman, C. M.; Zou, Y.; Ferreira, D.; Apers, S.; Pieters, L.; *Phytochemistry* **2012**, *79*, 121.
116. Dhooghe, L.; Maregesi, S.; Mincheva, I.; Ferreira, D.; Marais, J. P. J.; Lemièrre, F.; Matheussen, A.; Cos, P.; Maes, L.; Vlietinck, A.; Apers, S.; Pieters, L.; *Phytochemistry* **2010**, *71*, 785.
117. Selvam, C.; Jordan, B. C.; Prakash, S.; Mutisya, D.; Thilagavathi, R.; *Eur. J. Med. Chem.* **2017**, *128*, 219.
118. Militão, G. C. G.; Prado, M. P.; Pessoa, C.; Moraes, M. O.; Silveira, E. R.; Lima, M. A. S.; Veloso, P. A.; Costa-Lotufo, L. V.; Machado-Santelli, G. M.; *Biochimie* **2014**, *104*, 147.
119. Militão, G. C.; Jimenez, P. C.; Wilke, D. V.; Pessoa, C.; Falcão, M. J.; Lima, M. A. S.; Silveira, E. R.; Moraes, M. O.; Costa-Lotufo, L. V.; *Planta Med.* **2005**, *71*, 683.
120. Falcão, M. J. C.; Pouliquem, Y. B. M.; Lima, M. A. S.; Gramosa, N. V.; Costa-Lotufo, L. V.; Militão, G. C. G.; Pessoa, C.; Moraes, M. O.; Silveira, E. R.; *J. Nat. Prod.* **2005**, *68*, 423.

121. Martinez, J.; García, C.; Durango, D.; *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat.* **2017**, *16*, 14-25.
122. Reyes-Chilpa, R.; Gómez-Garibay, F.; Moreno-Torres, G.; Jiménez-Estrada, M.; Quiroz-Vásquez, R. I.; *Holzforschung* **1998**, *52*, 459.
123. Toukam, P. D.; Tagatsing, M. F.; Yamthe, L. R. T.; Baishya, G.; Barua, N. C.; Tchinda, A. T.; Mbafor, J. T.; *Phytochem. Lett.* **2018**, *28*, 69.
124. Olaleye, M. T.; Akinmoladun, A. C.; Crown, O. O.; Ahonsi, K. E.; Adetuyi, A. O.; *Asian Pac. J. Trop. Med.* **2013**, *200*.
125. Tip-Pyang, S.; Aree, T.; Sichaem, J.; *Chem. Nat. Compd.* **2019**, *55*, 121.
126. Cooke, R. G.; Rae, I. D.; *Aust. J. Chem.* **1964**, *17*, 379.
127. Verma, K. S.; Jam, A. K.; Nagar, A.; Gupta, S. R.; *Planta Med.* **1986**, *4*, 315.
128. Anandharajan, R.; Pathmanathan, K.; Shankernarayanan, N. P.; Vishwakarma, R. A.; Balakrishnan, A.; *J. Ethnopharmacol.* **2005**, *97*, 253.
129. Mitra, J.; Joshi, T.; *Phytochemistry* **1983**, *22*, 2326.
130. Mitra, J.; Joshi, T.; *Phytochemistry* **1982**, *21*, 2429.
131. Krishnaveni, K. S.; Rao, J. V. S.; *Chem. Pharm. Bull.* **2000**, *48*, 1373.
132. Krishnaveni, K. S.; Rao, J. V. S.; *Phytochemistry* **2000**, *53*, 605.
133. Krishnaveni, K. S.; Rao, J. V. S.; *J. Asian Nat. Prod. Res.* **2000**, *2*, 219.
134. Su, Z.; Wang, P.; Yuan, W.; Li, S.; *Nat. Prod. Commun.* **2014**, *9*, 1483.
135. Su, Z.; Wang, P.; Yuan, W.; Li, S.; *Planta Med.* **2013**, *79*, 487.
136. Souza, R. F.; Silva, G. A.; Arruda, A. C.; Silva, M. N.; Santos, A. S.; Grisólia, D. P. A.; Silva, M. B.; Salgado, C. G.; Arruda, M. S. P.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2017**, *28*, 1132.
137. Souza, R. F.; Silva, J. K. R.; Silva, G. A.; Arruda, A. C.; Silva, M. N.; Arruda, M. S. P.; *Rev. Virtual Quim.* **2015**, *7*, 1893.
138. Souza, R. F.; Marinho, V. H. S.; Silva, G. A.; Costa Jr., L. M.; Silva, J. K. R.; Bastos, G. N. T.; Arruda, A. C.; Silva, M. N.; Arruda, M. S. P.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2013**, *24*, 1857.
139. Nascimento, Y. M.; Abreu, L. S.; Lima, R. L.; Silva, A. D. S.; Costa, V. C. O.; Melo, J. I. M.; Scotti, M. T.; Sobral, M. V.; Araujo, S. S.; Filho, M. A. G.; Silva, M. S.; Tavares, J. F.; *Rev. Bras. Farmacogn.* **2018**, *28*, 192.
140. Mariana, A.; Marinela, P.; *Rev. Roum. Chim.* **2007**, *52*, 537.
141. Promden, W.; Monthakantirat, O.; Umehara, K.; Noguchi, H.; De-Eknamkul, W.; *Molecules* **2014**, *19*, 2226.
142. Jimenez, L.; Alvarez, M.; Munoz, M.; Rodriguez, R.; *Phytochem. Rev.* **2008**, *7*, 125.
143. Pistelli, L.; Noccioli, C.; Appendino, G.; Bianchi, F.; Sterner, O.; Ballero, M.; *Phytochemistry* **2003**, *64*, 595.
144. Castillo-Bautista, C. M.; Torres-Tapia, L. W.; Lagunas-Martínez, A.; Contreras-Ochoa, C. O.; Peraza-Sanchez, S. R.; Moo-Puc, R.; *Nat. Prod. Res.* **2019**, *16*, 1.
145. Macias, F. A.; Simonet, A. M.; Galindo, J. C. G.; Castellano, D.; *Phytochemistry* **1999**, *50*, 35.
146. Ribeiro, R. A.; Lavin, M.; Lemos-Filho, J. P.; Mendonça Filho, C. V.; Santos, F. R.; Lovato, M. B.; *Syst. Bot.* **2007**, *32*, 762.