

TERPENOIDES E CUMARINAS DE *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill

Pedro Henrique Jataí Batista^a, José Roberto M. de Andrade^a, Taynara Simão Matos^a, Thiciana da Silva Sousa^a, Francisco das Chagas L. Pinto^a, Edilberto Rocha Silveira^a, Maria Iracema B. Loiola^b e Otilia D. Loiola Pessoa^{a,*}

^aDepartamento de Química Orgânica e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, 60021-970 Fortaleza – CE, Brasil

^bDepartamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará, 60455-970 Fortaleza – CE, Brasil

Recebido em 05/12/2013; aceito em 27/03/2014; publicado na web em 30/06/2014

TERPENOIDES AND COUMARINS FROM *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. Eight compounds, including terpenoids (jatrophone, hydroxyjatrophone, 6-hydroxycyperene, cabraleadiol monoacetyl, and cabraleadiol) and coumarins (fraxetin, fraxidin, and isofraxidin), were isolated from *Jatropha ribifolia* (Euphorbiaceae). Their structures were established by 1D and 2D NMR (COSY, HSQC, and HMBC) spectra, HRESIMS and comparison with published data.

Keywords: *Jatropha ribifolia*; Euphorbiaceae; Jatrophoneae.

INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae, representada por 317 gêneros e aproximadamente 8000 espécies, encontra-se distribuída nos mais variados tipos de vegetações e habitats, em especial, nas regiões tropicais.¹ Um dos gêneros mais importantes e conhecidos desta família é *Jatropha* L. (subfamília Crotonoideae, tribo Jatrophoneae), o qual abrange cerca de 170 espécies distribuídas nas regiões semi-áridas da África e das Américas.² *Jatropha* constitui um grupo de vegetais de importância econômica, especialmente devido aos seus usos medicinais e ornamentais e, mais recentemente, como fonte de biodiesel natural.²⁻⁴ Devido à fácil propagação de suas sementes, espécies tais como *J. gossypifolia*, *J. curcas* e *J. multifida*, têm sido cultivadas em várias partes do mundo, principalmente na África, com fins ornamentais e/ou como cercas vivas. Plantas do gênero *Jatropha* são produtoras em potencial de metabólitos secundários bioativos como terpenos, esteróides,^{5,6} alcalóides,^{3,7} saponinas, taninos,^{3,6} lignanas,^{2,5} flavonóides⁵⁻⁷ e peptídeos.³ De fato, compostos com atividades anticâncer, anti-inflamatória, anticoagulante, antibacteriana, moluscicida, anti-diarreica e antiviral^{2,3,8} têm sido isolados de *Jatropha*, corroborando com suas propriedades medicinais. No Nordeste do Brasil, espécies como *J. curcas*, *J. mollissima* e *J. ribifolia* são comercializadas em feiras livres com fins terapêuticos. Vale salientar que, na medicina veterinária, espécies de *Jatropha* têm sido investigadas, *in vivo*, quanto às propriedades venenosas sobre ratos e cabras.³

Motivados pelo exposto, deu-se início à investigação química de *J. ribifolia*, resultando no isolamento e identificação de vários metabólitos secundários. O único estudo químico realizado sobre esta espécie mostrou apenas o isolamento dos compostos jatrofona e ácido ciperanóico.⁹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo químico das raízes e do caule de *J. ribifolia*, utilizando métodos convencionais de cromatografia em gel de sílica e cromatografia líquida de alta eficiência, culminou no isolamento e identificação de cinco terpenoides e três cumarinas (Figura 1). A estrutura das substâncias obtidas foi determinada através da interpretação de seus dados espectrais de RMN de ¹H e de ¹³C, incluindo experimentos bidimensionais como COSY, HSQC e HMBC, além de EM. A

confirmação final de suas estruturas foi realizada por comparação com dados de RMN e dados físicos disponíveis na literatura.

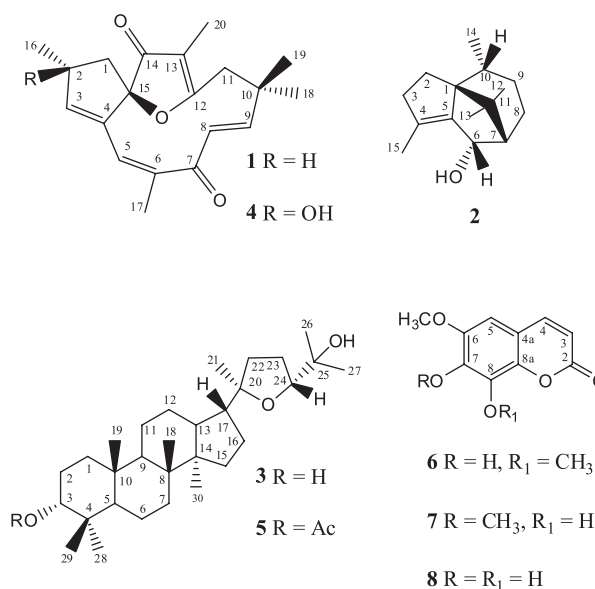


Figura 1. Metabólitos secundários isolados de *Jatropha ribifolia*

O composto **1**, p.f. 160-162 °C, obtido como um sólido amarelo, teve sua fórmula molecular C₂₀H₂₄O₃ determinada por espectrometria de massa de alta resolução através do pico *m/z* 335,1626 [M+Na]⁺ (massa calculada 335,1623). No espectro de RMN de ¹³C do composto **1** verificou-se a presença de vinte sinais de carbono, dentre eles os sinais em δ_c 204,0 e 202,1, referentes a carbonilas conjugadas de cetonas, além de 8 sinais para átomos de carbono olefínico, compreendidos entre δ_c 112,5 e 183,4. No espectro de RMN de ¹H foram observados sinais de átomos de hidrogênio metílico em δ_H 1,83 (d, *J* = 1,5 Hz), 1,70 (d, *J* = 0,5 Hz), 1,31 (s), 1,19 (s) e 1,05 (d, *J* = 7,1 Hz), além de sinais para átomos de hidrogênio olefínico em δ_H 6,40 (d, *J* = 16,2 Hz), 5,95 (d, *J* = 16,2 Hz), 5,76 (dd, *J* = 8,2 e 1,6 Hz) e 5,74 (d, *J* = 1,6 Hz). A análise dos dados espectroscópicos (Tabelas 1 e 2), em adição à comparação com a literatura, permitiu constatar que o composto **1** tratava-se do diterpeno macrocíclico conhecido como jatrofona, isolado anteriormente de *J. ribifolia*,⁹ *J. gossypifolia*,¹⁰ *J. curcas*¹¹ e *J. elliptica*.¹² A literatura relata para jatrofona

*e-mail: opessoa@ufc.br

diversas atividades biológicas tais como antitumoral, moluscicida, leishmanicida e gastroprotetora.¹³

O composto **2** foi isolado como uma resina branca. Seu espectro de massas, obtido por ionização por *electrospray*, mostra o íon quasi molecular em m/z 219,1759 [M-H]⁺ (massa calculada 219,1749), correspondendo com a fórmula molecular C₁₅H₂₄O. O espectro de RMN de ¹H de **2** exibe um sinal em δ_H 4,67 (d, $J = 4,7$ Hz), compatível com um hidrogênio oximetínico. Os sinais em δ_H 1,79 (s), 0,96 (s), 0,83 (d, $J = 6,5$ Hz) e 0,77 (s) correspondem a quatro grupos metilas, sendo o sinal em δ_H 1,79 compatível com um grupo metila ligado a um carbono olefínico, além de uma série de multipletos compreendidos entre δ_H 2,67-1,15, referentes a átomos de hidrogênio metínico e metilênico. O espectro de RMN de ¹³C apresenta sinais correspondentes a quinze átomos de carbono, incluindo dois átomos de carbono olefínico em δ_C 143,7 (C-5) e 136,0 (C-4), um carbono oxigenado em δ_C 68,9 (C-6) e quatro átomos de carbono metílico em δ_C 26,3 (C-12), 20,6 (C-13), 18,3 (C-15) e 14,4 (C-14) (Tabelas 1 e 2). No experimento HMBC, a correlação do sinal em δ_H 1,79 (3H-14) com os sinais de carbono em δ_C 143,7 (C-5) e 42,5 (C-3) foi determinante para a localização da dupla ligação entre os átomos de carbono C-4 e C-5. A correlação do sinal em δ_H 4,67 (H-6) com os átomos de carbono em δ_C 22,0 (C-8) e 65,2 (C-1) comprova a localização do grupo hidroxila em C-6. A estereoquímica relativa de **2** foi determinada com base em compostos semelhantes descritos na literatura, como a do ácido ciperanóico, previamente isolado de *J. ribifolia*,⁹ 6 α -metoxi-cipereno, isolado de *Croton muscicarpa*¹⁴ (Euphorbiaceae), sugébiol e seu derivado peracetilado (triacetato de sugetriol), ambos isolados de *Cyperus rotundos*¹⁵ (Cyperaceae). Todos esses compostos mostram uma orientação α tanto para a hidroxila ligada a C-6 quanto para a metila em C-10, bem como orientação β para o biciclo entre C-1 e C-7. Estas análises permitiram identificar o composto **2** como sendo um sesquiterpeno de esqueleto patchoulano, nomeado como (6S)-patchoulan-4-en-6-ol, previamente isolado de *Cyperus rotundus*.¹⁶

O composto **3** foi isolado como um sólido amarelo com ponto de fusão entre 200-203 °C. Seus espectros de RMN de ¹H e de ¹³C apresentam sinais compatíveis com a estrutura do cabraleadiol (Tabelas 1 e 2). Este composto está sendo relatado pela primeira vez na família Euphorbiaceae e, de acordo com a literatura, ele apresenta atividades antiinflamatória e anticâncer.¹⁷

O composto **4**, resina amarela, teve sua fórmula molecular C₂₀H₂₄O₄ determinada por espectrometria de massa de alta resolução através do pico m/z 351,1591 [M+Na]⁺ (massa calculada 351,1572). O seu espectro de RMN de ¹³C apresenta-se bastante semelhante ao do composto **1**. A principal diferença é a presença de um sinal para carbono oxigenado em δ_C 80,8, ausente no espectro de RMN de ¹³C de **1**, condizente com a presença de uma hidroxila. O composto **4**, após análise de seus dados espectrais (Tabelas 1 e 2), foi identificado como sendo 2 β -hidroxijatrofona, isolado anteriormente de *J. gossypifolia*.⁸ Este composto exibe atividade citotóxica anticâncer.¹³

O composto **5** foi obtido como sólido branco com ponto de fusão entre 100-103 °C. Seus espectros de RMN de ¹H e de ¹³C mostraram-se semelhantes aos do cabraleadiol, sendo a principal diferença um sinal adicional em δ_H 2,05 (s) no espectro de RMN de ¹H e de dois sinais em δ_C 170,4 e 15,5 no espectro de RMN de ¹³C (Tabelas 1 e 2). A comparação com a literatura permitiu identificá-lo como sendo o derivado monoacetilado do triterpeno cabraleadiol,¹⁸ isolado pela primeira vez no gênero *Jatropha* e previamente de *Euphorbia neriiifolia*.¹⁹ Para este composto foi descrito atividade larvívica.²⁰

O composto **6**, isolado como uma resina, apresenta em seu espectro de massa um pico referente ao aduto de sódio em m/z 245,0417 [M+Na]⁺ (massa calculada 245,0426), indicando a fórmula molecular C₁₁H₁₀O₅. Os espectros de RMN de ¹H e de ¹³C exibiram sinais típicos de cumarinas (Tabela 3). A interpretação dos dados espectrais de **6**

Tabela 1. Dados de RMN de ¹³C dos terpenoides **1** a **5** isolados de *J. ribifolia*

C	δ_C				
	1 ^a	2 ^b	3 ^b	4 ^b	5 ^b
1	42,6	65,2	39,3	48,6	40,5
2	38,5	27,4	27,3	80,8	26,1
3	141,9	42,5	79,2	122,5	78,4
4	137,3	136,0	39,2	140,3	39,6
5	123,9	143,7	56,0	146,0	55,9
6	147,2	68,9	18,5	142,9	22,2
7	202,1	53,8	34,9	201,3	34,5
8	128,9	22,0	40,6	128,7	40,8
9	159,2	29,4	51,0	159,9	53,1
10	36,8	35,6	37,4	37,0	39,0
11	41,3	41,6	22,0	41,6	23,9
12	183,4	26,3	26,6	183,4	29,9
13	112,55	20,6	43,0	113,0	41,3
14	204,0	14,4	50,2	203,4	49,9
15	99,9	18,3	27,2	97,9	34,2
16	19,1	-	31,6	27,1	27,8
17	20,9	-	50,0	21,1	49,7
18	30,5	-	15,7	30,5	16,4
19	27,0	-	16,4	27,1	17,0
20	6,2	-	86,8	6,3	86,8
21	-	-	26,0	-	26,6
22	-	-	35,5	-	36,1
23	-	-	27,6	-	28,1
24	-	-	86,5	-	86,4
25	-	-	70,5	-	73,5
26	-	-	28,0	-	27,9
27	-	-	24,2	-	28,4
28	-	-	28,2	-	17,0
29	-	-	15,6	-	31,4
30	-	-	16,6	-	18,2
OCOME	-	-	-	-	170,4
OCOME	-	-	-	-	15,5

^a 75 MHz, CDCl₃; ^b 125 MHz, CDCl₃.

conduziu a estrutura da isofraxidina.²¹ Este composto está sendo relatado pela primeira vez no gênero *Jatropha*, tendo sido isolado das espécies *E. helioscopia*,²² *Phyllanthus sellowianus*²³ e *Micrandra elata*,²⁴ todas pertencentes à família Euphorbiaceae. São relatadas, para o composto **6**, atividades antifadiga, antibacteriana, antitumoral, antioxidante, analgésica e anti-inflamatória.²⁵

O composto **7**, isolado como resina, mostra um pico referente à molécula sodiada em m/z 245,0417 [M+Na]⁺ (massa calculada 245,0426), correspondendo à fórmula molecular C₁₁H₁₀O₅. Seu espectro de RMN de ¹H mostrou-se semelhante ao de **6**. A análise dos dados espectroscópicos de **7** (Tabela 3) e a comparação com a literatura permitiram identificá-la como sendo a cumarina fraxidina.²¹ Este composto foi isolado anteriormente de *J. podagrica*, sendo relatadas as atividades antimicrobiana e antileishmaniose.²⁶

O composto **8** foi obtido como uma resina amarela. Seu espectro de massa de alta resolução mostra o pico m/z 231,0263 [M+Na]⁺ (massa calculada 231,0269), indicando a fórmula molecular C₁₀H₈O₅Na. A análise de seu espectro de RMN de ¹H permitiu inferir sua estrutura como sendo a fraxetina²¹ (Tabela 3), isolada previamente de *J. podagrica*,²⁷ *J. elliptica*,²⁸ *J. unicostata*,²⁹ *J. gossypifolia*,³⁰ *J. cillita*³¹ e *J. glandulifera*.³² Para o composto **8** são relatadas atividades antioxidante e anti-inflamatória, antibacteriana e hepatoprotetora.³³

Tabela 2. Dados de RMN de ^1H dos terpenoides **1** a **5** isolados de *J. ribifolia*

C	δ_{H}				
	1 ^a	2 ^b	3 ^b	4 ^b	5 ^b
1	1,80 (dd 13,6; 5,8); 2,00 (dd 13,6; 7,9)	-	1,68-1,70 (m)	2,07 (d 6,66); 2,37 (d 5,85)	1,12-1,94 (m)
2	2,93 (q 7,0)	1,46-1,65 (m)	1,15 (s)	-	1,58-1,66 (m)
3	5,76 (dd 8,25; 1,6)	2,19 (dd 16,0; 10,0); 2,67 (m)	3,21 (dd 4,8; 11,3)	5,87 (sl)	3,22 (d 5,6)
4	-	-	-	-	-
5	5,74 (d 1,6)	-	0,73 (s)	5,77 (sl)	0,85 (m)
6	-	4,67 (d 4,7)	1,52 (m)	-	1,56 (m)
7	-	1,90 (m)	1,66-1,86 (m)	-	1,26-1,48 (m)
8	5,95 (d 1,6)	1,73-1,77 (m)	-	6,00 (d 16,2)	-
9	6,40 (d 16,2)	1,15-1,50 (m)	1,32 (s)	6,46 (sl)	1,33 (m)
10	-	2,03 (m)	-	-	-
11	2,36 (dd 14,7; 0,5); 2,84 (d 15,5)	-	1,22 (s)	2,40 (d 9,5); 2,87 (d 14,7)	1,13-1,48 (m)
12	-	0,77 (s)	1,77 (m)	-	1,22-1,65 (m)
13	-	0,96 (s)	1,65 (m)	-	1,65 (m)
14	-	1,79 (s)	-	-	-
15	-	0,83 (d 16,5)	1,63 (m)	-	1,01-1,45 (m)
16	1,05 (d 7,1)	-	1,07 (s); 1,47 (s)	1,37 (s)	1,31-1,72 (m)
17	1,83 (d 1,5)	-	1,84 (m)	1,90 (s)	1,87 (m)
18	1,19 (s)	-	0,97 (s)	1,18 (s)	0,89 (s)
19	1,31 (s)	-	0,85 (s)	1,30 (s)	0,88 (s)
20	1,70 (d 0,5)	-	-	1,68 (s)	-
21	-	-	1,3 (m)	-	1,08 (s)
22	-	-	1,29 (m)	-	1,66-1,90 (m)
23	-	-	1,14 (s)	-	1,75-1,83 (m)
24	-	-	3,64 (dd 5,0; 10,0)	-	3,70 (dd 12,0; 8,6)
25	-	-	-	-	-
26	-	-	0,97 (s)	-	1,32 (s)
27	-	-	1,11 (s)	-	1,26 (s)
28	-	-	1,19 (s)	-	0,87 (s)
29	-	-	0,77 (s)	-	0,77 (s)
30	-	-	0,87 (s)	-	0,89 (s)
OCOMe	-	-	-	-	2,05 (s)

^a300 MHz, CDCl_3 ; ^b500 MHz, CDCl_3 .**Tabela 3.** Dados de RMN de ^1H das cumarinas **6** a **8** isoladas de *J. ribifolia*

C	δ_{H}		
	6 ^a	7 ^a	8 ^a
2	-	-	-
3	6,21 (d 9,39)	6,33 (d 9,48)	6,18 (d 9,42)
4	7,84 (d 9,45)	7,87 (d 9,48)	7,79 (d 9,45)
5	6,90 (s)	6,73 (s)	6,66 (s)
5	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-
OCH_3	3,84 (s)	3,31 (s)	3,87
OCH_3	3,94 (s)	3,33 (s)	

^a500 MHz, MeOD.

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimentos experimentais gerais

Os pontos de fusão (não corrigidos) foram determinados em aparelho Marconi, modelo MA 381, utilizando capilar de vidro em placa aquecedora e uma central de processamento N4800. As medidas de rotação óptica foram determinadas em polarímetro JASCO modelo P-2000. Os espectros de massas de alta resolução foram obtidos em espectrômetro SHIMADZU, modelo LCMS-IT-TOF, equipado com uma fonte de ionização por electrospray (IES), sendo os scans adquiridos no modo positivo ou negativo. Condições gerais das análises: voltagens do capilar 3500 V; temperatura e fluxo do gás secante: 150 °C e 150 $\mu\text{L/h}$. Nitrogênio foi utilizado como gás de nebulização e solução de NaTFA foi usada como padrão para calibração do IT-TOF. Os espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C , uni- e bidimensionais, foram obtidos em espectrômetro Bruker, modelo Avance DRX-500 (500 MHz para ^1H e 125 MHz para ^{13}C) ou Avance DRX-300 (300 MHz para ^1H e 75 MHz para ^{13}C). Para a separação e purificação dos

compostos foram empregadas cromatografias de adsorção em gel de sílica 60 da Vetec ($\emptyset$ μ m 70-230 mesh, cromatografias em coluna) ou Merck ($\emptyset$ μ m 230-400 mesh, cromatografias sob pressão, “flash”) e cromatografia líquida de alta eficiência utilizando cromatógrafo com detector UV-Vis com arranjo de diodos modelo FTD-M20A (Shimadzu-UFLC) empregando coluna semi-preparativa Phenomenex (250 $\times$ 10 mm), com partículas de 5 μ m. As cromatografias em camada delgada analítica foram realizadas com gel de sílica 60, ($\emptyset$ μ m 5-40, Merck) com indicador de fluorescência na faixa de 254 nm (F_{254}), sobre cromatofolha de alumínio. As substâncias foram reveladas pela aspersão de uma solução de vanilina/ácido perclórico/EtOH, seguida por aquecimento em estufa ($\approx$ 100 °C).

Material vegetal

Jatropha ribifolia foi coletada em dezembro de 2009, no município de Salgueiro - Pernambuco. A identificação da planta foi realizada pela Prof^a. Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola (UFC) e está representada pela exsicata N^o 46398, a qual se encontra depositada no Herbário Prisco Bezerra, do Departamento de Biologia- UFC.

Extração e isolamento

As raízes de *J. ribifolia* (1,6 kg) foram trituradas e secas a temperatura ambiente e, em seguida, extraídas através de maceração contínua com etanol a temperatura ambiente. A solução resultante foi filtrada e destilada sob pressão reduzida em evaporador rotatório, resultando em 66,0 g de extrato, o qual foi solubilizado em uma mistura de MeOH/H₂O 6:4 e extraído com hexano, CH₂Cl₂ e AcOEt. A fração hexânica (17,9 g) foi fracionada sobre gel de sílica empregando os eluentes Hex/AcOEt 9:1, 8,5:1,5, 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, AcOEt, AcOEt/MeOH 1:1 e MeOH, resultando em 94 frações de cerca de 8,0 mL cada, as quais após monitoramento por CCDA, foram reunidas em seis frações (F1A – F6A). Durante a evaporação do solvente da fração codificada como F4A, obtida por eluição com Hex/AcOEt 8,5:1,5 e Hex/AcOEt 8:2, houve a formação de um precipitado (753,8 mg), que foi purificado por recristalização em metanol (**1**, 508,5 mg).

A fração diclorometano (27,7 g) foi submetida a cromatografia em gel de sílica utilizando como eluentes Hex/AcOEt 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, AcOEt e MeOH, resultando em 90 frações de cerca de 8,0 mL cada, as quais após monitoramento por CCDA, foram reunidas em oito frações (FB1-FB8). A fração FB1, obtida por eluição com Hex/AcOEt 8:2, após cromatografia *flash* usando como eluente Hex/AcOEt 9,5:0,5, culminou no isolamento de uma resina branca (**2**, 15,5 mg).

O lenho do caule (2,0 kg), após triturado e seco, foi extraído através de maceração contínua com hexano e, posteriormente, com etanol a temperatura ambiente, e após concentração sob pressão reduzida, resultou na obtenção dos extratos hexânico (14,9 g) e etanólico (37,0 g). O extrato hexânico foi submetido a fracionamento em gel de sílica e eluído com Hexano; Hex/AcOEt 9:1, 7:3, 1:1, 3:7, AcOEt e AcOEt/MeOH 1:1, resultando em sete frações (FC1-FC7). A fração FC3, obtida por eluição com Hex/AcOEt 7:3, foi submetida à cromatografia sobre gel de sílica, utilizando CH₂Cl₂/AcOEt em gradiente crescente de polaridade (9,5:0,5, 9:1, 8,5:1,5, 8:2 e MeOH), resultando no isolamento do composto **3** (25,9 mg). As frações FC4 e FC5, obtidas por eluição com Hex/AcOEt 1:1 e 3:7, respectivamente, foram reunidas e cromatografadas em coluna de gel sílica utilizando os eluentes CH₂Cl₂, CH₂Cl₂/AcOEt 9,5:0,5, 9:1, 8,5:1,5, 8:2, 1:1, 3:7, AcOEt e, por fim, MeOH, fornecendo 52 frações. As frações F9-14, obtidas por eluição com CH₂Cl₂/AcOEt 9,5:0,5, foram reunidas e purificadas por CLAE utilizando o sistema de eluição isocrático consistido de Hex/isopropanol (88:12) por 12 min, fornecendo o composto **4** (t_R 9,8 min; 5,0 mg). As frações

F20-29, resultantes da eluição com CH₂Cl₂/AcOEt 8,5:1,5 e CH₂Cl₂ 8:2 foram reunidas e submetidas à cromatografia *flash* utilizando um sistema isocrático composto de CH₂Cl₂/AcOEt 8,5:1,5, resultando no isolamento do metabólito **5** (6,0 mg).

O extrato etanólico do lenho do caule (37,0 g) foi solubilizado em MeOH/H₂O 7:3 e, posteriormente, particionado com CH₂Cl₂, AcOEt e *n*-BuOH. A fração CH₂Cl₂ (20,1 g) foi fracionada sobre gel de sílica utilizando como eluentes Hex/AcOEt 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, AcOEt e MeOH, resultando em seis frações (FD1-FD6). A fração FD4 (1,7 g), resultante da eluição com Hex/AcOEt 8:2, foi submetida a cromatografia em coluna de sílica gel utilizando misturas binárias de CH₂Cl₂ e AcOEt, e por fim MeOH, resultando em 77 frações de 8,0 mL cada. As frações F1-6 (329,7 mg) e CH₂Cl₂ 100% foram reunidas após análise por CCDA e submetidas a fracionamento cromatográfico por CLAE, usando um sistema gradiente ACN:H₂O 5-95%, em 30 min. Os picos com t_R 14,7 e 15,4 min resultaram no isolamento dos metabólitos **6** (6,9 mg) e **7** (3,7 mg), respectivamente. As frações F13-20 resultaram no isolamento de um sólido amarelo (**8**, 277,7 mg).

Jatrofona (1): Sólido amarelo, p.f. 160-162 °C; $[\alpha]_D^{25} = +132,57$ (c 0,001, CHCl₃); HRESIMS, m/z 335,1626 [M+Na]⁺, C₂₀H₂₄O₃Na (massa calc. 335,1623, erro = 0,89 ppm). Os dados de RMN de ¹H e RMN de ¹³C (500 e 125 MHz, CDCl₃) estão de acordo com os descritos na literatura.⁸

(6S)-Patchoulan-4-en-6-ol (2): Resina branca, $[\alpha]_D^{25} = -10,07$ (c 0,020, CHCl₃); HRESIMS, m/z 219,1759 [M-H]⁻, C₁₅H₂₃O (massa calc. 219,1749; erro = 4,56 ppm). Os dados de RMN de ¹H e de ¹³C (500 e 125 MHz, CDCl₃) concordam com os descritos na literatura.¹⁵

Cabroleadiol (3): Sólido amarelo, p.f. 200-203 °C; $[\alpha]_D^{25} = +101,20$ (c 0,033, CHCl₃); HRESIMS, m/z 483,3814 [M+Na]⁺, C₃₀H₅₂O₃Na (massa calc. 483,3814; erro = 0,00 ppm). Os dados de RMN de ¹H e de ¹³C (500 e 125 MHz, CDCl₃) concordam com os descritos na literatura.¹⁶

2 β -Hidroxijatrofona (4): Resina amarela, $[\alpha]_D^{25} = +30,23$ (c 0,001 CHCl₃); HRESIMS, m/z 351,1591, [M+Na]⁺, C₂₀H₂₄O₄Na (massa calc. 351,1572; erro = 5,41 ppm). Os dados de RMN de ¹H e RMN de ¹³C (500 e 125 MHz, CDCl₃) estão em acordo com a literatura.⁹

Cabroleadiol monoacetilado (5): Sólido branco, pf 100-103°C; $[\alpha]_D^{25} = +22,40$ (c 0,066, CHCl₃); HRESIMS, m/z 541,3654, [M+K]⁺, C₃₂H₅₄O₄K (massa calc. 541,3659; erro = -0,92 ppm). Os dados de RMN de ¹H e de ¹³C (500 e 125 MHz, CDCl₃) concordam com os descritos na literatura.¹⁷

Isofraxidina (6): resina verde, HRESIMS, m/z 245,0417 [M+Na]⁺, C₁₁H₁₀O₅Na (massa calc. 245,0426; erro = -3,67 ppm). Os dados de RMN de ¹H e de ¹³C (300 e 75 MHz, CD₃OD) concordam com os descritos na literatura.^{18,20}

Fraxidina (7): resina amarela, HRESIMS, m/z 245,0421 [M+Na]⁺, C₁₁H₁₀O₅Na (massa calc. 245,0426; erro = -2,04 ppm). RMN de ¹H (300 MHz, CD₃OD) concorda com descrito na literatura.²⁰

Fraxetina (8): resina amarela, HRESIMS, m/z 231,0263 [M+Na]⁺, C₁₀H₈O₅Na (massa calc. 231,0269; erro = -2,60 ppm). Os dados de RMN de ¹H e de ¹³C (300 e 75 MHz, CD₃OD) concordam com os descritos na literatura.²⁰

MATERIAL SUPLEMENTAR

Os espectros de RMN e EM, bem como os dados de RMN das substâncias isoladas encontram-se disponíveis na forma de arquivo pdf, com acesso livre, no link <http://quimicanova.sbgq.org.br>.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento à pesquisa CNPq/CAPES/PRONEX e INCT-BioSis pelo aporte financeiro dispensado

para o desenvolvimento do projeto, e em especial ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica sem as quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Neves, E. L.; Funch, L. S.; Viana, B. F.; *Rev. Bras. Bot.* **2010**, *33*, 155.
2. Leal, A. C. K.; Agra, M. F.; *Acta Farm. Bonaerense* **2005**, *24*, 5.
3. Pimentel, L. A.; Riet-Correa, B.; Dantas, A. F.; Medeiros, R. M. T.; Riet-Correa, F.; *Toxicon* **2012**, *59*, 587.
4. Ribeiro, S. S.; Silva, T. B.; Moraes, V. R. S.; Nogueira, P. C. L.; Costa, E. V.; Bernardo, A. R.; Matos, A. P.; Fernandes, J. B.; Silva, M. F. G. F.; Pessoa, A. M. S.; Silva-Mann, R.; *Quim. Nova* **2012**, *35*, 2218.
5. Das, B.; Ravikanth, B.; Reddy, K. R.; Thirupathi, P.; Raju, T. V.; Sridhar, B.; *Phytochemistry* **2008**, *69*, 2639.
6. Sachdeva, K.; Garg, P.; Singhal, M.; Srivasta, B.; *Pharmacologyonline* **2011**, *3*, 251.
7. Narayane, M.; Johnson, M.; Sivaraman, A.; Janakiraman, N.; *J. Chem. Pharm. Res.* **2012**, *4*, 2639.
8. Zhanga, X. P.; Zhanga, M. L.; Sua, X. H.; Huoa, C. H.; Gub, Y. C.; Shi, Q. W.; *Chem. Biodivers.* **2009**, *6*, 2166.
9. Fernandes, E. S.; Rodrigues, F. A.; Tófoli, D.; Imamura, P. M.; Carvalho, J. E.; Ruiz, A. L. T. G.; Foglio, M. A.; Minguzzi, S.; Silva, R. C. L.; *Braz. J. Pharmacogn.* **2013**, *23*, 441.
10. Taylor, D. T.; Smith III, A. B.; Furst, G. T.; Gunasekara, S. P.; Bevelle, C. A.; Cordell, G. A.; Farnsworth, N. R.; Kupchan, S. M.; Uchida, H.; Branfman, A. R.; Dailey, R. G. J.; Sneden, A. T.; *J. Am. Chem. Soc.* **1983**, *105*, 3177.
11. Marquez, B.; Neuville, L.; Moreau, N. J.; Genet, J. P.; Santos, A. F.; Andrade, M. C. C.; *Phytochemistry* **2005**, *66*, 1804.
12. Santos, A. F.; Sant-Ana, A. E. G.; *Phytother Res.* **1999**, *13*, 660.
13. Devappa, R. K.; Makkar, H. P. S.; Becker, K.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* **2011**, *88*, 301.
14. Barreto, M. B.; Gomes, C. L.; Freitas, J. V. B.; Pinto, F. C. L.; Silveira, E. R.; Gramosa, N. V.; Torres, D. S. C.; *Quim. Nova* **2013**, *36*, 675.
15. Xu, Y.; Zhang, H.-W.; Wan, X.-C.; Zou, Z.-M.; *Magn. Reson. Chem.* **2009**, *47*, 527.
16. Kim, S. J.; Kim, H. J.; Kim, H. J.; Jang, Y. P.; Oh, M. S.; Jang, D. S.; *Bull. Korean Chem. Soc.* **2012**, *33*, 3115.
17. Fu, L.; Zhang, S.; Li, N.; Wang, J.; Zhao, M.; Sakai, J.; Hasegawa T.; Mitsui, T.; Oka S.; Kiuchi, M.; Hirose, K.; Ando, M.; *J. Nat. Prod.* **2005**, *68*, 198.
18. Manguro, L. O. A.; Opiyo, S. A.; Herdtweck, E.; Lemmen, P.; *Can. J. Chem.* **2009**, *87*, 1173.
19. Chang, F.-R.; Yen, C.-T.; El-Shazly, M.; Lin, W.-H.; Yen, M.-H.; Lin, K.-H.; Wu, Y.-C.; *Nat. Prod. Commun.* **2012**, *7*, 1417.
20. Kathirgamanathar, S.; Ratnasooriya, W. D.; Baekstrom, P.; Andersen, R. J.; Karunaratne, V.; *Pharm. Biol.* **2006**, *44*, 217.
21. Tsukamoto, H.; Hisada, S.; Nishibe, S.; *Chem. Pharm. Bull.* **1985**, *33*, 4069.
22. He, J.; Liu, G.; Cheng, Y.; *Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa* **2010**, *22*, 731.
23. Hnatyszyn, O.; Ferraro, G. E.; Coussio, J. D.; *Acta Farm. Bonaerense* **1996**, *15*, 21.
24. Borris, R. P.; Cordell, G. A.; Farnsworth, N. R.; *J. Nat. Prod.* **1980**, *43*, 641.
25. Bi, Y.-F.; Zhu, H.-B.; Zheng, Z.; Liu, Z.-Q.; Song, F.-R.; *Fenxi Huaxue* **2013**, *41*, 1391; Zhang, T.; Piao, J.-H.; Yuan, L.; Li, X.-F.; *Zhongcaoyao* **2012**, *43*, 1057; Niu, X.; Xing, W.; Li, W.; Fan, T.; Hu, H.; Li, Y.; *Int. Immunopharmacol.* **2012**, *14*, 164.
26. Aiyelaagbe, O. O.; Gloer, J. B.; *Rec. Nat. Prod.* **2008**, *2*, 100; Rumzhum, N. N.; Sohrab, Md. H.; Al-Mansur, M. A.; Rahman, M. S.; Hasan, C. M.; Rashid, M. A.; *Journal of Physical Science* **2012**, *23*, 29; Hu, H.-B.; Zheng, X.-D.; Jian, Y.-F.; Liu, J.-X.; Zhu, J.-H.; *Arch. Pharm. Res.* **2011**, *34*, 1097.
27. Iverson, C. D.; Zahid, S.; Li, Y.; Ahmed, H.; Ata, A.; Samarasekera, R.; *Phytochem. Lett.* **2010**, *3*, 207.
28. Goulart, M. O. F.; Sant'Ana, A. E. G.; Lima, R. A.; Cavalcante, S. H.; Carvalho, M. G.; Braz Filho, R.; *Quim. Nova* **1993**, *16*, 95.
29. Franke, K.; Nasher, A. K.; Schmidt, J.; *Biochem. Syst. Ecol.* **2004**, *32*, 219.
30. Das, B.; Kashinatham, A.; *Indian J. Chem., Sect B* **1997**, *36B*, 1077.
31. Okuyama, E.; Okamoto, Y.; Yamazaki, M.; Satake, M.; *Chem. Pharm. Bull.* **1996**, *44*, 333.
32. Parthasarathy, M. R.; Saradhi, K. P.; *Phytochemistry* **1984**, *23*, 867.
33. Witaicenis, A.; Seito, L. N.; da Silveira Chagas, A.; de Almeida, L. D. J.; Luchini, A. C.; Rodrigues-Orsi, P.; Cestari, S. H.; Di Stasi, L. C.; *Phytomedicine* (2013), doi: 10.1016/j.phymed.2013.09.001; Yang, C.; Wang, Y.; Xie, M.; *Mianyixue Zazhi* **2012**, *28*, 703; Chen, X.; Ying, X.; Zhang, W.; Chen, Y.; Shi, C.; Hou, Y.; Zhang, Y.; *Int. Immunopharmacol.* **2013**, *17*, 543.