LUMEN ET VIRTUS

Contribuição ao estudo químico das folhas de *Chrysobalanus icaco*

https://doi.org/10.56238/levv15n40-053

Luciano Ramos Suzart
Doutor Departamento de Química Orgânica-Instituto de Química-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Thayane Rodrigues de Souza
Graduado Química -Instituto de Química-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Lívia de Souza Soares
Graduado Ciências Farmacêuticas – Instituto de Biologia e Saúde- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Denisson da S. Oliveira
Graduado Química -Instituto de Química-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Juliana Ferreira Paulo
Doutor Departamento de Química Orgânica-Instituto de Química-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Mario Geraldo de Carvalho
Doutor Departamento de Química Orgânica-Instituto de Química-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
E-mail: lrsuzart@ufrrj.br

RESUMO
Chrysobalanus icaco (Chrysobalanaceae), é um arbusto, no Brasil, tem ocorrência em todo litoral e no bioma amazônico, conhecida como abajurú, abajerú, bajerú, guajurú, entre outros nomes populares. Na medicina popular é usada principalmente no controle da glicemia de diabéticos, disenterias e leucorreias. Há na literatura cientifica estudos que confirmam seus efeitos antidiabéticos. Do ponto de vista químico a espécie caracteriza- se como bioprodutora de compostos terpênicos e fenólicos. O objetivo deste trabalho é contribuir com os estudos químicos da espécie *C. icaco*, considerando as suas relevantes atividades farmacológicas. Neste trabalho apresentamos o isolamento e caracterização de dois triterpenos e três flavonoides além do produto obtido por reação de acetilação de uma fração acetato de etila identificado como 2α, 3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean-12-en-28-oato de [β-D-triacetoxi-glicopiranosil (2→1) – β - triacetoxi-xilopiranosil]. A determinação estrutural das substâncias foi feita através da análise de espectros de ressonância magnética nuclear 1D e 2D e espectrometria de massas HR-ESI-MS e comparação com valores registrados na literatura.

Palavras-chave: *Chrysobalanus icaco*, Chrysobalanaceae, Triterpenos, Flavonoides.

1 INTRODUÇÃO

A família Chrysobalanaceae compreende l7 gêneros e cerca de 525 espécies representadas por árvores e arbustos largamente distribuídos em áreas tropicais e subtropicais [1]. Chrysobalanus é um pequeno gênero desta família, composto pelas espécies *Chrysobalanus icaco*, *Chrysobalanus cuspidatus* e *Chrysobalanus venezuelanus*, largamente distribuído na América tropical e África tropical [2]. A espécie *C. icaco*, no Brasil, tem ocorrência em todo litoral e no bioma amazônico é conhecida como abajurú, abajerú, bajerú, guajurú, entre outros nomes populares. Apresenta frutos comestíveis e várias partes da planta são empregadas na medicina popular. Raízes, cascas e folhas são adstringentes e empregadas contra disenterias, leucorreias, pedras nos rins [3]. Extratos aquosos das suas folhas são comumente usados para o controle da glicemia de diabéticos [4]. Há também na literatura cientifica estudos que, além de confirmarem seus efeitos antidiabéticos, relatam efeitos inibitórios sobre o vírus HIV-1, atividades anti-inflamatória e antinociceptiva, leishmanicida, antioxidante, genotóxica, antimicrobial, antiangiogênica, anti-cancer e anti-cancer resistente a multidrogas, prevenção contra obesidade, diminui danos ao DNA induzido por doxorubicina [5-10]. Do ponto de vista químico as espécies que apresentam relatos na literatura são *C. icaco* seguida de *C. venezuelanus*, conferindo ao gênero Crhysobalanus uma fonte rica em terpenos e compostos fenólicos [2,5,7]. Entre os terpenos foram registrados diterpenos do tipo kauranos [10]. e triterpenos principalmente com esqueletos oleanano e ursano [2.5.6]. Dos compostos fenólicos, destacam-se os flavonoides miricetina, quercetina e seus derivados O-glicosilados, além de taninos catecolicos [2,4,5] e antocianinas [7]. Os flavonoides, particularmente a miricetina e seus glicosídeos tem sido usados como marcadores quimiotaxonômicos na família Crhysobalanaceae [2,4]. Neste trabalho apresentamos o isolamento e caracterização de dois triterpenos de esqueleto oleanano, os flavonoides quercetina, kaempferol e 3-O-β-D-glicopiranosil miricetina, além de um produto obtido por reação de acetilação de uma fração da partição acetato de etila do extrato metanólico das folhas de *C. icaco* identificado como 2α, 3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean-12-en-28-oato de [β-D-triacetoxi-glicopiranosil (2→1) – β - triacetoxi-xilopiranosil]. A determinação estrutural das substâncias foi feita através da análise de espectros de ressonância magnética nuclear 1D e 2D e espectrometria de massas HR-ESI-MS e comparação com valores registrados na literatura. A presença destes flavonoides podem ser responsável por sua atividade anti-oxidante e anti-inflamatória e, podendo atribuir principalmente à miricetina a atividade hipoglicemiante [4].

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 INSTRUMENTAÇÃO

Os espectros de RMN^{1}H e RMN^{13}C (1D e 2D) foram obtidos em espectrômetro Bruker Avance II 400 e Bruker Avance III 500 operando nas frequências de hidrogênios 400MHz e 500 MHz e nas

frequências de carbono-13 a 100 MHz e 125 MHz da central analítica do Instituto de Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os solventes utilizados na dissolução das amostras foram clorofórmio, metanol e piridina deuterados. Os espectros de massas de alta resolução foram obtidos em um espectrômetro MICROTOF-Bruker Daltonics equipado com fonte de ionização por electrospray do Centro Analítico de Instrumentação da Universidade de São Paulo (Laboratório de Espectrometria de Massas).

2.2 MATERIAL VEGETAL

Folhas de *C. icaco* foram coletadas no município do Rio de Janeiro, Brasil e identificada pela Dra. Rosa Fuks do Jardim Botânico/RJ. Uma exsicata da espécie foi depositada no Herbário do Museu Nacional (R195941) da UFRJ. Cadastro SIsGen: AEADE65.

2.3 EXTRAÇÃO E ISOLAMENTO DE CONSTITUINTES QUÍMICOS

Folhas secas e moídas (2.500g) foram submetidas á processo de maceração a temperatura ambiente usando como solvente (5L) metanol. Parte do extrato metanólico, 3 litros, foi submetida a remoção do solvente através de evaporador rotatório sob pressão reduzida gerando (220g) do extrato seco. Deste, uma alíquota de 90g foi solubilizada em solução de metanol/H_2O (8:2) e submetida à partição líquido/líquido com os solventes hexano, acetato de etila e butanol em ordem crescente de polaridade para fornecer quatro frações. A fração acetato de etila após remoção do solvente por destilação sob pressão reduzida forneceu 50,0 g de resíduo do qual 5,0g foi submetida a coluna cromatográfica em gel de sílica (70-230 *mesh*) eluida com misturas de solventes Hex:AcOEt:MeOH em gradiente de polaridades crescentes originando 20 frações de 200 mL. Estas frações foram analisadas por cromatografia em camada delgada e reagrupadas conforme seu perfil cromatográfico. O grupo de frações 9-12 (170,0 mg) foi recromatografado em coluna de gel de sílica usando como eluente a mistura $CHCl_3$/MeOH (9:1) produzindo os triterpenos **2**(20,0mg) **e 3**(32,0mg)**.** As sub-frações 14-16 (220mg) foram reunidas e submetidas a coluna de Sephadex-LH 20 eluida com metanol 100% gerando 10 frações. As análises em CCDA reveladas com Liebermann-Burchard, apresentaram uma coloração violeta, indicando a presença de triterpenos e que as frações 3 a 7 eram semelhantes apesar de impuras, então, foram reunidas (40,0mg) e em seguida submetida a uma reação de acetilação usando anidrido acético e piridina (1:1) e deixada a temperatura ambiente com agitação por 24 horas. O produto desta reação após purificação em pequena coluna filtrante de sílica gel e análise dos espectros de RMN, permitiu identifica-lo como substância **1**(19,0 mg). 20 g da fração butanólica foi submetida a processo cromatográfico em coluna de gel de sílica eluida com mistura binária dos solventes acetato de etila e metanol, em gradiente de polaridades crescentes. Foram obtidas 27 frações de 300 ml. As frações 1-6 após revelação com vanilina sulfúrica apresentaram-se como uma mistura

de compostos fenólicos. Essas foram reunidas e submetidas a novo processo cromatográfico em coluna de Sephadex LH-20 e obtidas 8 novas sub-frações; dessas a sub-fração 2 foi purificada por filtração em sílica para fornecer o flavonóide **4** (15,0 mg) e **5**(11,0 mg)**.** As frações 5-6 desta última coluna foram reunidas e recromatografadas em Sephadex LH-20, conduzindo ao isolamento do flavonóide **6**(8,0 mg).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo fitoquímico do extrato metanólico de folhas de *C. icaco* levou ao isolamento e identificação de dois ácidos triterpênicos (**2** e **3**), os flavonóides **4** , **5** e **6,** além da substância obtida da reação de acetilação de uma fração acetato de etila**,** substância **1.** Da fração acetato de etila proveniente de partição líquido/líquido do extrato metanólico de folhas foram isolados: os ácidos triterpênicos, 2α-3β-6β-trihidroxi-olean 12-en-28-oico (**2**) e 2α-3β-6β-23-tetrahidroxi-olean 12-en-28-oico (**3**) e obtida a substância da reação de acetilação, 2α, 3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean-12-en-28-oato de [β-D-triacetoxi-glicopiranosil (2→1) – β - triacetoxi-xilopiranosil] (**1**); Da fração butanólica proveniente de partição líquido/líquido do extrato metanólico das folhas foram isolados os flavonoides quercetina (**4)**, kaempferol (**5)** e 3-O-β-glicopiranosil-miricetina (**6)**. As estruturas dos compostos isolados foram determinadas através da análise dos espectros de RMN ^{1}H e ^{13}C, DEPET, HMBC, HSQC, COSY e por comparação com dados descritos na literatura. A substância **1** foi obtida como um sólido branco. O espectro de massas de alta resolução da substância **1** mostrou o pico em *m/z* 1141,5338 ([M+Na^{+}], $C_{57}H_{82}NaO_{22}$, calculado: 1141,4965) compatível com a formula molecular $C_{57}H_{82}O_{22}$. No espectro de RMN ^{1}H foi observado sete singletos δ_H 0,93; 0,94; 0,98; 1,01; 1,13; 1,34; 1,49 correspondentes a sete grupos metilicos, um simpleto largo em δ_H 5,36 característico de hidrogênio olefinico. No espectro de RMN ^{13}C na região de olefinas apresenta sinais em δ_C 122,56 (CH) e δ_C 142,46 (C). Esses dados de RMN ^{1}H e ^{13}C permitem propor a presença de estrutura de um triterpeno com esqueleto do tipo Olean-12-en [11]. Corrobora ainda com o esqueleto oleano a presença no RMN ^{1}H do dupleto largo em δ_H 2,86 (J= 11Hz) compatível com H -18 [11]. Os δ_H 5,20 (H -2 dt, J=10; 10; 4,0Hz) e δ_H 4,71 (H-3 d, J=10 Hz) presentes no espectro de RMN ^{1}H e correlações observadas com grupos acil (δ_C 170,6 e 171,0 respectivamente) através de mapa de contorno HMBC (Tabela 1) possibilitaram reconhecer a presença de um sistema 2α, 3β di-O-acil [12]. A presença de unidade glicosídica também foi detectada através da análise do mapa de contorno HMBC onde foi observada correlações $^{3}J_{CH}$ dos dupletos δ_H 5,45 hidrogênio metínicos anômerico (H-1' d,*J*= 8Hz) e δ_H 4,71 hidrogênio metínico anômerico (H-1'' d,*J*=8,0 Hz) com os carbonos δ_C 91,5 (C-1') e δ_C 100,7 (C-1'') respectivamente permitindo propor a presença de duas unidades de açúcar e conforme constantes de acoplamento de seus hidrogênios anômericos, encontram-se em configuração β. No espectro de RMN ^{13}C/(DEPET) foram observados oito sinais de carbonos quaternários entre δ_C 169,70

– 171,00 atribuídos a grupos acila incorporados a molécula, os quais tiveram sua localizações estabelecidas através de análise do mapa de contorno HMBC. Ainda analisando o espectro RMN ^{13}C/ (DEPET) são observados a presença de carbonos metínicos carbinólicos compatíveis com a presença de uma unidade de glicose e de uma unidade de xilose caracterizada principalmente pelo δ_C 62,5 (CH_2, C-5''). A determinação da sequência dos hidrogênios relativos a cada unidade dos monossacarídeos foi realizada através das correlações homonucleares no espectro COSY: Glicose [δ_H5,46(H-1')↔3,94(H-2')↔5,28 (H-3')↔5,0 (H-4')↔3,78 (H-5')↔4,30 (H-6a')↔4,06 (H-6b')]; Xilose [δ_H4,60 (J=8,0 Hz, H-1")↔4,85 (H- 2")↔5,15(H-3") ↔4,93 (H-4")↔4,12 (H-5a")↔3,31 (H-5"b)]. A união entre as unidades monosacarídicas foi determinada através da correlação a longa distância $^3J_{CH}$ entre δ_H 3,94 (H-2') da glicose e δ_c 100,7 (C-1'') da xilose. E a posição do heterosídeo foi determinada através de correlação do δ_H 5,45 (H-1') da glicose e o δ_C 175,6 (C-28) da aglicona observados no mapa de contorno HMBC. A presença do carbono metínico carbinólico em δ_C 67,75 (C-6) não correlacionado a grupo acila e apresentando $^1J_{CH}$ com um simpleto largo δ_H 4,55 esta compatível com a presença de um grupo hidroxila na posição 6β (axial) apresentando interação 1,3 diaxial com grupo metil 10β δ_C 17,78 (CH_3-25) conferindo se tratar da aglicona semelhanda ao ácido 6β hidroximaslínico [13-15]. Os dados obtidos permitiram caracterizar a substância **1** como sendo 2α,3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean-12-en-28-oato de [β-D-triacetoxi-glicopiranosil (2→1) – β - triacetoxi-xilopiranosil]. As estruturas dos compostos conhecidos **2-6** foram definidas através da interpretação dos espectros de RMN ^1H e ^{13}C e comparação com a litertura para 2α-3β-6β-trihidroxi-olean 12-en-28-oico **2** [13], 2α-3β-6β-23-tetrahidroxi-olean 12-en-28-oico **3** [16], quercetina **4** [17], Kaempferol **5** [18], 3-O-β-glicopiranosil-miricetina **6** [19].

Figura 1. *Estruturas de substâncias isoladas do extrato metanólico de folhas de C. Icaco.*

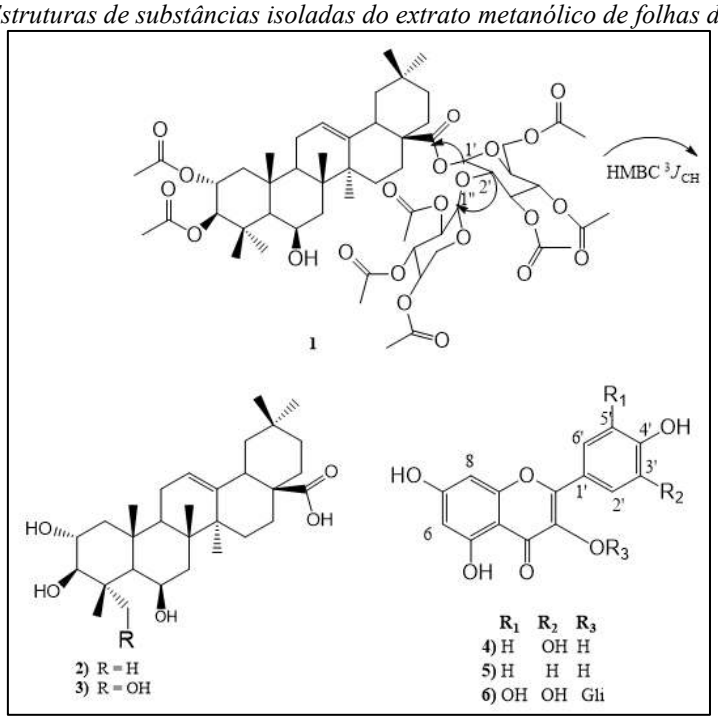


Tabela 1: Dados de RMN ^{1}H (400 MHz) e ^{13}C (100 MHz) , $CDCl_3$, da substância 1.
2α, 3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean-12-en-28-oato de [β-D-triacetoxi-glicopiranosil (2→1) – β - triacetoxi-xilopiranosil] (1).

	HSQC		HMBC		$^{1}Hx^{1}H$-COSY
C	C_δ	dH(mult, *J* em Hz)	J_2	J_3	
1	46,65	1,99 sl	C-2; C-10	C-5	
2	70,22	5,20 (dt,10,0; 10,0; 4,0)		AcO(170,63)	H-3
3	80,90	4,71 (d, 10)	C-2; C-4	C-24; C-23; AcO(171,0)	
4	40,67				
5	55,37	0,9 s			
6	67,75	4,55 sl			H-5
7	39,99				
8	38,58				
9	47,89				
10	37,77				
11	22,13				
12	122,56	5,36 sl		C-9 ; C-14	
13	142,69				
14	42,16				
15	28,74				
16	23,40				
17	45,53				
18	41,19	2,86 (d, 11,0)		C-12	
19	45,89				
20	30,64				
21	33,73				
22	31,42				
23	28,20	0,98 s		C-24 ; C- 4; C-5; C-3	
24	19,16	1,34 s		C-23 ; C-4 ; C-5; C-3	
25	17,78	1,49 s	C-10	C-1 ; C-5	
26	17,93	1,01 s	C-8	C-7 ; C-14 ; C-9	
27	25,95	1,13 s	C-14	C-15;C-8	
28	175,63	COOH			
29	33,10	0,93 s		C-30 / C-21	
30	23,58	0,94 s		C-23 / C-21	
1'	91,58	5,45 (d, 8,0)		**C-28**	H-2'
2'	74,47	3,94 t	C-3';C-1'	**C-1"**	H-3'
3'	74,94	5,26 t	C-4', C-2'	AcO	H-4'
4'	68,01	5,0 t	C-5'	AcO	H-5'
5'	72,54	3,8dl	C-4'		H-6'a
6'	61,48	4,30 (dd, 4,3; 12,4 e 4,06 (m)		AcO	H-6b'
1"	100,75	4,71 (d, 8,0)		C-3"	H-2"
2"	71,52	4,88 t	C-1" , C-3"	AcO	H-3"
3"	72,57	5,13 t	C-2"	AcO	H-4"
4"	68,09	4,93m		AcO	H-5"
5"	62,54	4,12 (dd, 12,0 e 5,6) / 3,31(dd, 12,0 e 4,0		C-1"	H-5"a/H-5"b

Sólido branco, RMN ^{13}C (100 MHz, $CDCl_3$ δ (ppm) conforme dados na tabela 1.

Ácido 2α-3β-6β-trihidroxi-olean-12-en-28-oico (**2**). Sólido branco, RMN ^{13}C (100 MHz,C_5D_5N) δ(ppm) 46,5 (C-1), 68,6(C-2), 83,8(C-3), 41,0(C-4), 56,3(C-5), 67,3(C-6), 42,6(C-7), 39,0(C-8), 48,5(C-9), 38,1(C-10), 23,6(C-11), 122,2(C12), 144,4(C13), 42,0(C-14), 28,1(C-15), 23,6(C-16), 46,7(C-17), 42,5(C-18), 49,8(C-19), 30,8(C-20), 34,2(C-21), 33,2(C- 22), 28,9(C-23),

19,0(C-24), 18,5(C-25), 18,2(C-26), 26,4(C-27), 181,0(C-28), 33,2(C-29), 23,6(C-30). Os deslocamentos químicos dos átomos de carbono de 2 foram atribuídos pela análise dos espectros 2D de correlação heteronuclear HSQC, HMBC e comparação com dados descrito na literatura [13].

Ácido 2*α*-3β-6β-23-tetrahidroxi-olean-12-en-28-oico (**3**). Sólido branco RMN ^{13}C (125 MHz C_5H_5N δ (ppm) 49,7 (C-1), 68,8(C-2), 77,9(C-3), 44,3(C-4), 48,5(C-5), 67,3(C-6),40,7(C-7), 39,0(C-8), 48,5(C-9), 37,9(C-10), 23,5(C-11), 122,3(C12), 144,7(C13), 42,5(C-14), 28,4(C-15), 23,8(C-16), 46,5(C-17), 41,9(C-18), 46,3(C-19), 30,7(C-20), 34,0(C-21), 33,0(C- 22), 65,7(C-23), 15,7(C-24), 18,7(C-25), 18,4(C-26), 25,9(C-27), 180,0(C-28), 33,0(C-29), 23,5(C-30).Os deslocamentos químicos dos átomos de carbono de 3 foram atribuídos pela análise dos espectros 2D de correlação heteronuclear HSQC, HMBCe comparação com dados descrito na literatura [16].

Quercetina (**4**).Sólido branco/amarelado RMN ^{13}C (125 MHz CD_3OD δ (ppm): 147,3 (C-2); 135,8 (C-3); 175,9 (C-4); 161,1 (C-5); 97,8 (C-6); 164,1 (C-7); 92,9 (C-8); 156,8 (C-9); 103,0 (C-10); 122,7 (C-1'); 114,5 (C-2'); 144,8 (C-3'); 146,5 (C-4'); 114,7 (C-5'); 120,4 (C-6'). Os deslocamentos químicos dos átomos de carbono de **4** foram atribuídos pela análise dos espectros 2D de correlação heteronuclear HSQC e HMBC e comparação com dados descrito na literatura [17].

Kaempferol- (**5**) sólido amarelado: RMN ^{1}H (500 MHz CD_3OD δ (ppm): 8.1 2H (*J*= 8,8 Hz; H-2' e H-6'); 6,92 (*J*=8,8 Hz H-3' e H-5'); 6,42 (H-6); 6,20 (H-8). RMN ^{13}C (125 MHz CD_3OD δ (ppm): 146 (C-2); 97,8 (C-6); 93,0 (C-7): 103 (C-9); 121, (C-1'); 129,2 (C-2'/6'); 114,8(3'/5'); 159 (C-4').Os deslocamentos químicos dos átomos de carbono de 5 foram atribuídos pela análise dos espectros 2D de correlação heteronuclear HSQC e HMBC e comparação com dados descrito na literatura[18].

Miricetina-3-O-*β-D*-glicopiranosil (**6**) RMN ^{13}C (125 MHz CD_3OD δ (ppm): 157,0 (C-2); 134,2 (C-3); 178,2 (C-4); 162,0 (C-5); 98,4 (C-6); 164,0 (C-7); 93,2 (C-8); 156,0 (C-9); 104,0 (C-10); 120,0 (C-1'); 108,4 (C-2'); 146,0 (C-3'); 134,2 (C-4'); 146,0 (C-5'); 108,4 (C-6'); 103,1 (C-1''); 73,8 (C-2'');76,1 (C-3''); 69,6 (C-4''); 76,1(C-5''); 65,8(C-6''). Os deslocamentos químicos dos átomos de carbono de 6 foram atribuídos pela análise dos espectros 2D de correlação heteronuclear HSQC e HMBC e comparação com dados descrito na literatura [19].

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo químico da *Chrysobalanus icaco* conduziu ao isolamento dos ácidos tritepênicos: 2α-3β-6β-trihidroxi-olean-12-en-28-oico **2**; 2α-3β-6β-23-tetrahidroxi-olean-12-en-28-oico **3**; dos flavonoides: quercetina **4**; kaempferol **5** , miricetina 3-O-β-glicopiranosil **6**, além da obtenção e caracterização de 2α,3β-diacetoxi-6β-hidroxi-olean12-en-28-oato de [β-D-triaocetoxi-glicopiranosil(2→1)-β-trioacetoxi-xilopiranosila] substância **1**, preparada através de reação de acetilação de uma fração acetato de etila. A estrutura proposta para a substância **1** está compatível para

uma saponina triterpênica acetilada. A obtenção desta substância, mais apolar, por meio de processo de acetilação simples (Anidrido acético/piridina agitação por 24 horas) vem sugerir a presença de saponinas triterpênicas entre os constituintes químicos da espécie. A complexidade da estrutura e o alto grau de polaridade desta classe de metabolitos dificultam o seu isolamento in natura por métodos cromatográficos tradicionais. Muitas vezes saponinas podem sofrer reações de hidrolises no extrato vegetal ou na coluna possibilitando assim o isolamento apenas das agliconas, como os ácidos triterpênicos **2** e **3**. O Referente trabalho contribui para o estudo químico da espécie *Chrysobalanus icaco*, apresentando novos constituintes de seus metabólicos, confirmando que derivados de miricetina são marcadores químicos da família Chrysobalanaceae e que a mesma é bioprodutora de compostros terpenoídicos e flavonoídicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as instituições de fomento à pesquisa CNPq, CAPES, FAPERJ pelo auxílio financeiro e pelas bolsas de estudo e de pesquisa**.**

REFERÊNCIAS

FEITOSA, E.A.; XAVIER, H.S.; RANDAU, K.P. Chrysobalanaceae: traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Brazil. J. Pharmacogn., v. 22, p. 1181-1186, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfar/a/ywSbCxQxPJbsyQKj4ydsSdG/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 25 set. 2024.

ESTRADA, O.; CONDE, D.; MENDEZ, J.; CARDOZO, A. Chemical constituents from Chrysobalanus venezuelanus. Biochem. Syst. Ecol., v. 45, p. 66-68, 2012. Disponível em: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123412252. Acesso em: 25 set. 2024.

SILVA, I.M.; PEIXOTO, A.L. O abajuru (Chrysobalanus icaco L. e Eugenia rotundifolia Casar.) comercializado na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Brazil. J. Pharmacogn., v. 19, p. 325-332, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfar/a/vCBMtcXVg47h7RVxwCm4zyN/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 25 set. 2024.

BARBOSA, W.L.R.; PERES, A.; GALLORI, S.; VINCERI, F.F. Determination of myricetin derivatives in Chrysobalanus icaco L. (Chrysobalanaceae). Brazil. J. Pharmacogn., v. 16, p. 333-337, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfar/a/w8ZCnmbvBjdJSHzNhZqh74w/?lang=en. Acesso em: 25 set. 2024.

ANDRADE, J.K.S. et al. Evaluation of bioactive compounds, phytochemicals profile and antioxidant potential of the aqueous and ethanolic extracts of some traditional fruit tree leaves used in Brazilian folk medicine. Food Research International, v. 143, p. 110282, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921001812?via%3Dihub. Acesso em: 25 set. 2024.

PARACAMPO, N.E.P.; PRANCE, G.T.; POPPI, R.J.; DA SILVA, J.A.F. Chemotaxonomic study of Chrysobalanus icaco Linnaeus (Chrysobalanaceae) using ultra-high performance liquid chromatography coupled with diode array detection fingerprint in combination with multivariate analysis. J. Sep. Sci., v. 40, p. 2161, 2017. Disponível em: https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jssc.201601444. Acesso em: 25 set. 2024.

MENDONÇA, D.A. et al. The 2α-3β-6β-23-tetrahydro-olean-12-en-28-oic acid from the leaves of Chrysobalanus icaco L. attenuates the inflammatory hypernociception in mice. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, v. 9, p. 94-100, 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Home/Downloads/admin,+Journal+manager,+16848-77967-1-CE.pdf. Acesso em: 25 set. 2024.

VENANCIO, V.P. et al. Cocoplum (Chrysobalanus icaco L.) anthocyanins exert anti-inflammatory activity in human colon cancer and non-malignant colon cells. Food Funct., v. 8, p. 307-314, 2017. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/fo/c6fo01498d. Acesso em: 25 set. 2024.

VENANCIO, V.P. et al. Cocoplum (Chrysobalanus icaco L.) decreases doxorubicin-induced DNA damage and downregulates Gadd45α, Il-1β, and Tnf-α in vivo. Food Research International, v. 105, p. 996-1002, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917308633. Acesso em: 25 set. 2024.

GUSTAFSON, K.R. et al. HIV inhibitory natural products. Diterpenes from Homalanthus acuminatus and Chrysobalanus icaco. Tetrahedron, v. 47, p. 4547-4554, 1991. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/tetrahedron/vol/47/issue/26. Acesso em: 25 set. 2024.

OLEA, R.S.G.; ROQUE, N.F. Análises de misturas de triterpenos por RMN 13C. Quím. Nova, v. 13, p. 278-281, 1990. Disponível em: http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1990/vol13n4/v13_n4_%20(13).pdf. Acesso em: 25 set. 2024.

MONTE, F.J.Q.; DE OLIVEIRA, E.F.; BRAZ-FILHO, R. Triterpenóides Pentacíclicos de Mentha villosa: Identificação estrutural e atribuição dos deslocamentos químicos dos átomos de hidrogênio e carbono. Quím. Nova, v. 24, p. 491-500, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/c5xscdWYQTkqdk9xSzhSYrN/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 25 set. 2024.

ZUCARO, Y.L.Z.; COMPAGNONE, R.S.; HESS, S.C.; MONACHE, F.D. 6β-Hydroxymaslinic Acid, a Triterpene from Vochysia ferrugínea. J. Braz. Chem. Soc., v. 11, p. 241-244, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jbchs/a/R69yttG9kRgmRhhnFNqdZKC/?lang=en&format=pdf. Acesso em: 25 set. 2024.

COLLINS, D.J.; PILOTTI, C.A.; WALLIS, A.F.A. Triterpene acids from some Papua New Guinea Terminalia species. Phytochemistry, v. 31, p. 881-884, 1992. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0031942292800319. Acesso em: 25 set. 2024.

MAHATO, S.B.; KUNDU, A.P. 13C NMR Spectra of pentacyclic triterpenoids – a compilation and salient features. Phytochemistry, v. 37, p. 1517-1575, 1994. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942200895692. Acesso em: 25 set. 2024.

LI, X.C. et al. Fatty acid synthase inhibitors from plants: isolation, structure elucidation and SAR studies. J. Nat. Prod., v. 65, p. 1909-1914, 2002. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/np020289t. Acesso em: 25 set. 2024.

MIYAZAWA, M.; HISAMA, M. Antimutagenic activity of flavonoids from Chrysanthemum morifolium. Biosci. Biotechnol. Biochem., v. 67, p. 2091-2099, 2003. Disponível em: https://academic.oup.com/bbb/article/67/10/2091/5944630. Acesso em: 25 set. 2024.

AGRAWAL, P.K. Carbono-13 NMR of flavonoids studies in organic chemistry. Amsterdam: Elsevier, 1989.

MARKHAM, K.R. et al. Carbon-13 NMR studies of flavonoids – III: Naturally occurring flavonoid glycosides and their acylated derivatives. Tetrahedron, v. 34, p. 1389-1397, 1978. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040402078883367. Acesso em: 25 set. 2024.