

Constituintes voláteis da inflorescência de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott

Volatile constituents of the inflorescence of *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott

DOI:10.34117/bjdv9n11-061

Recebimento dos originais: 20/10/2023

Aceitação para publicação: 24/11/2023

Raimundo Junior da Rocha Batista

Doutor em Biotecnologia

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, Belém – PA, CEP: 66077-830

E-mail: rjunior@museu-goeldi.br

Yago Borges de Souza

Graduado em Engenharia Florestal

Instituição: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará
(SEMAS – PA)

Endereço: Av. Nossa Senhora de Nazaré, 130, São Brás, Belém – PA, CEP: 66040-170

E-mail: souza.yb@gmail.com

Lidiane Diniz do Nascimento

Doutora em Engenharia de Recursos Naturais

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, Belém – PA, CEP: 66077-830

E-mail: lidianenascimento@museu-goeldi.br

Eloisa Helena de Aguiar Andrade

Doutora em Química

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, Belém – PA, CEP: 66077-830

E-mail: eloisa@museu-goeldi.br

Cristine Bastos do Amarante

Doutora em Química

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

Endereço: Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, Belém – PA, CEP: 66077-830

E-mail: cbamarante@museu-goeldi.br

RESUMO

As inflorescências *Montrichardia linifera* foram coletadas no aningal do Mangal das Garças, às margens da Baía do Guajará/Rio Guamá, localizado na cidade de Belém do Pará. Os materiais fresco e seco foram submetidos à hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger e analisados por CG-EM, resultando na extração de 43 substâncias distribuídos em aproximadamente 17 grupos de componentes (alcanos, cetonas, aldeídos, álcoois, ésteres e sesquiterpenos). As análises do perfil cromatográfico dos constituintes voláteis

das inflorescências evidenciaram majoritariamente duas substâncias, a (Z)-jasmona (cetona) e o álcool veratril, presentes em todas as partes estudadas.

Palavras-chave: *Montrichardia linifera*, voláteis, CG-EM.

ABSTRACT

The *Montrichardia linifera* inflorescences were collected in the aningal of the Mangal das Garças, on the banks of the Guajará Bay/Guamá River, located in the city of Belém do Pará. The fresh and dry materials were subjected to hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus and analyzed by GC-MS, resulting in the extraction of 43 substances distributed into approximately 17 groups of components (alkanes, ketones, aldehydes, alcohols, esters and sesquiterpenes). The analyzes of the chromatographic profile of the volatile constituents of the inflorescences showed mainly two substances, the (Z)-jasmone (ketone) and the veratryl alcohol, present in all the studied parts.

Keywords: *Montrichardia linifera*, volatiles, GC-MS.

1 INTRODUÇÃO

Montrichardia linifera, da família Araceae é popularmente conhecida como aninga e classificada como uma macrófita aquática composta por nove subfamílias, 117 gêneros e uma população aproximada de 3.373 espécies (MIRANDA et al., 2015). É uma planta bastante comum em regiões tropicais, margens de rios e igarapés de águas barrentas (AMARANTE et al., 2009; 2011a; 2011b) especialmente nas várzeas amazônicas (SANTOS et al., 2014) podendo ser encontrada na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, assim como exemplares nas regiões Norte, Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil (HOLANDA et al., 2005; LINS & OLIVEIRA, 1994; MACEDO et al., 2005).

Sua inflorescência é uma espádice simples e vistosa de coloração branca amarelada, espata ereta e espessa, espádice séssil e ereta. A espádice é composta pela região de flores pistiladas (feminina) e pela região de flores estaminadas (masculina). A floração ocorre durante todo o ano, sendo que a reprodução é principalmente vegetativa. A fruta da aninga é uma infrutescência de cor verde a verde-amarelado, não exala nenhum aroma e é formada por um conjunto compacto de frutos aderidos um ao outro, de forma que o conjunto se assemelha a um fruto grande e único como um abacaxi (LINS & OLIVEIRA, 1994; AMARANTE et al., 2011b) e a polinização é feita através do vento (TAVARES & MASCARENHAS, 2008).

Os constituintes voláteis das plantas são liberados por quase todos os tecidos vegetais, apresentando características de diferentes odores e de baixo peso molecular. As funções desses voláteis vão desde a defesa contra herbivoria ou patógenos, induzindo

defesa ou preparando estas plantas para responder mais rapidamente em um ataque futuro, a atração de polinizadores e dispersores de semente, repelir ou intoxicar animais e microrganismos, ou atrair inimigos naturais para sua proteção e, potenciais antioxidantes e anti-inflamatórios. Além das partes aéreas, no sistema radicular também são produzidos voláteis que atuam de forma antimicrobiana, antiherbívoros ou atração inimigos naturais que se alimentam das raízes (RIFFEL & DA COSTA, 2015; SILVA *et al.*, 2021; DE OLIVEIRA *et al.*, 2021). Diante dessas informações, o objetivo deste estudo foi analisar os constituintes voláteis do concentrado de aroma obtidos da inflorescência de *Montrichardia linifera*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO

As inflorescências de *M. linifera* (Figura 1), foram coletadas durante o período chuvoso (janeiro a abril), no aningal do Mangal das Garças, às margens da Baía do Guajará (S 1.46471° e W 48.50674°), localizado na cidade de Belém do Pará.

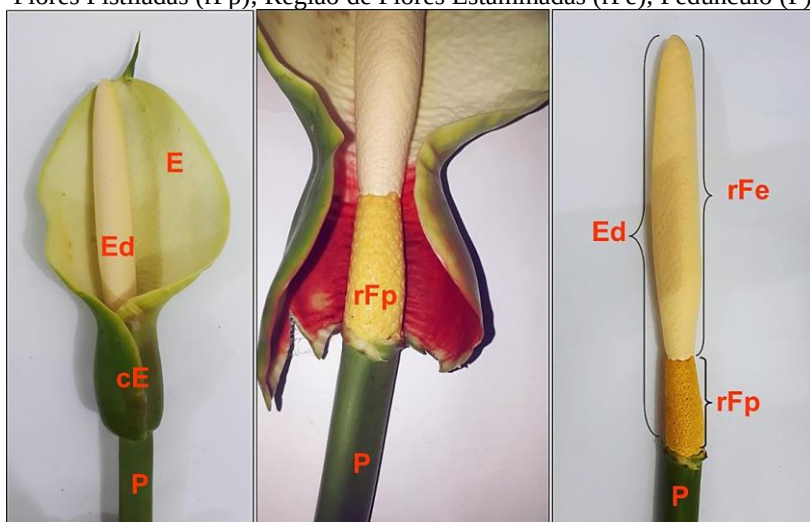
Sua exsicata encontra-se depositada no Herbário João Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi, sob o registro MG 216695.

2.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

2.2.1 Amostras de inflorescência de *M. linifera*

As inflorescências foram selecionadas e separadas para extração *in natura*, composta por inflorescência inteira e espata e, extração com amostras secas, composta por inflorescência inteira, espata, espádice masculina (RFe: Região de flores estaminadas) e espádice feminina (RFp: Região de flores pistiladas).

Figura 1. Inflorescência de *M. linifera*. Espata (E); Constrição da Espata (cE); Espádice (Ed); Região de Flores Pistiladas (rFp); Região de Flores Estaminadas (rFe); Pedúnculo (P)



Fonte: Autor (2023)

O material selecionado para extração com amostras secas foi higienizado com água corrente, água deionizada, cortados em pequenos pedaços e colocados para secar em ambiente refrigerado (16°C) e posteriormente em estufa com temperatura controlada de 45°C. Após o processo de secagem, as amostras passaram pelo processo de trituração em liquidificador industrial.

2.2.2 Constituintes voláteis da inflorescência de *M. linifera*

Para a extração dos constituintes voláteis do material *in natura* e seco, as amostras de cada parte a ser estudada foram cortadas em pequenos pedaços e utilizada uma massa de aproximadamente 50 g, que foram depositados em um balão de fundo redondo contendo água destilada (300 mL). Em seguida foram submetidas ao processo de Destilação/Extração Simultânea (DES), utilizando o extrator tipo Likens & Nickerson e pentano (4 mL), ambos acoplados a sistema de refrigeração para manutenção da água de condensação entre 5-10 °C, durante um período de 2 horas. Após o processo de extração, as soluções obtidas foram armazenadas em vial de 2,0 mL tipo crimp, transparente, com lacre de alumínio e septo de silicone.

2.2.3 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)

A composição química dos constituintes voláteis (aroma) da inflorescência de *M. linifera* foram analisados no Laboratório Adolpho Ducke da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG, através de Cromatografia em Fase Gasosa/Espectrometria de Massas, Shimadzu (GC/MS-QP2010 Plus) equipado com

coluna apolar, capilar de sílica Rdx-5MS (30 m x 0,25 mm; 0,25 µm de espessura do filme).

A identificação dos componentes químicos foi baseada no índice retenção linear (Índice Kovats) calculado em relação aos tempos de retenção de uma série homóloga de alcanos e no padrão de fragmentação, observado nos espectros de massas, por comparação destes com amostras autênticas existentes na biblioteca NIST-05, NIST-11, FFNSC e da literatura ADAMS (2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONSTITUINTES VOLÁTEIS DA INFLORESCÊNCIA DE *M. linifera*

Na análise dos constituintes voláteis da inflorescência e espata (*in natura* e seca) e espádice (masculina e feminina) de *M. linifera*, foram identificados um total de 43 constituintes (Tabela 1), distribuídos em aproximadamente 17 grupos de componentes (alcanos, cetonas, aldeídos, álcoois, ésteres e sesquiterpenos). Deste total, apenas 5 compostos foram identificados em todas as partes da inflorescência de *M. linifera* (álcool veratril, (Z)-jasmona, tricosano, tetracosano e pentacosano).

Na inflorescência *in natura* foram identificados oito constituintes, sendo a (Z)-jasmona (58,00%) o componente majoritário e o álcool veratril (38,18%). A inflorescência seca apresentou uma maior quantidade de constituintes identificados em relação a amostra *in natura*, com 25 constituintes. Dentre eles, temos (Z)-jasmona (59,28%) como majoritária, o álcool veratril (8,61%) e benzaldeído (5,99%).

Na espata *in natura* foram identificados 15 constituintes e dentre eles o álcool veratril (53,91%) como majoritário e a (Z)-jasmona (39,43%). Na espata seca foram identificados 21 constituintes com o álcool veratril (38,26%) como majoritário, a (Z)-jasmona (24,91%) e o ácido palmítico (18,25%).

Na espádice masculina foram identificados 8 constituintes com a (Z)-jasmona (63,91%) como majoritária e o álcool veratril (31,56%). Na espádice feminina foram identificados 17 constituintes com o álcool veratril (47,89%) como componente majoritário e a (Z)-jasmona (36,03%).

Tabela 1. Constituintes voláteis (%) da inflorescência e espata (*in natura* e seca) e espádice (masculina e feminina) de *M. linifera*.

	IR*	Constituintes	Inflorescência		Espata		Espádice	
			<i>In natura</i>	Seca	<i>In natura</i>	Seca	RFe**	RFp**
1	944	Benzaldeído	-	5,99	-	1,03	-	-
2	1044	Fenilacetaldéido	0,63	1,77	-	4,84	-	-
3	1073	Tetrametilpirazina	-	1,09	-	-	-	-
4	1084	Benzoato de metila	-	-	1,18	-	-	-
5	1161	Benzoato de etila	-	-	-	-	-	0,17
6	1183	Salicilato de metila	-	-	0,22	-	-	0,61
7	1262	2-fenil crotonaldeído	-	4,38	-	-	-	-
8	1302	4-Vinilguaiaicol	-	-	-	2,66	-	0,23
9	1346	Eugenol	-	0,94	-	-	-	-
10	1372	(Z)- β -damascenona	-	-	-	0,1	-	-
11	1381	(E)-jasmona	-	-	-	-	0,41	-
12	1394	(Z)-jasmona	58,00	59,28	39,43	24,91	63,91	36,03
13	1407	Álcool veratril	38,18	8,61	53,91	38,26	31,56	47,89
14	1447	Neril acetona	-	0,26	-	-	-	-
15	1477	5-Metil-2-fenil-2-hexenal	-	0,4	-	0,08	-	-
16	1491	α -muuroleno	-	-	-	-	-	0,05
17	1511	δ -cadineno	-	-	-	-	-	0,05
18	1573	Espatuleno	-	0,23	-	-	-	-
19	1696	2-pentadecanona	-	0,23	-	-	-	-
20	1714	Pentadecanal	-	0,72	-	-	-	-
21	1760	Ácido tetradecanóico	-	-	-	0,13	-	-
22	1763	Benzoato de benzila	-	0,23	-	0,09	-	-
23	1839	Fitona	-	1,14	-	-	-	-
24	1860	Ácido pentadecanóico	-	-	-	0,13	-	-
25	1900	Nonadecano	-	0,21	0,11	-	-	0,12
26	1924	Metil palmitato	-	1,35	0,04	0,65	-	-
27	1971	Ácido (Z)-11-hexadecenoico	-	-	-	-	-	0,15
28	1972	Ácido palmítico	-	-	2,36	18,25	-	-
29	1991	Etil palmitato	-	0,25	0,03	0,09	-	-
30	2001	Eicosano	-	-	-	-	-	0,08
31	2080	Álcool estearílico	-	-	-	-	-	0,21
32	2092	(9Z,15Z)-metil-9,15-linoleato	-	-	-	-	-	0,07
33	2093	Linoleato de metila	-	1,37	0,04	0,63	-	-
34	2098	Metil linolenato	-	-	-	0,31	-	-
35	2099	1,16-hexadecanodiol	-	-	0,05	-	-	-
36	2100	Éster metílico do ácido (Z)-9-octadecenoico	-	-	-	0,25	-	-
37	2102	Heneicosano	0,08	1,13	0,06	-	0,04	3,85
38	2124	Estearato de metila	-	0,27	-	0,08	-	-
39	2162	Acetato de (Z,Z)-3,13-octadecadien-1-il	-	0,15	-	-	-	-
40	2199	Docosano	-	0,47	0,03	0,06	0,01	0,89
41	2300	Tricosano	0,86	3,98	0,4	0,38	0,72	4,4
42	2399	Tetracosano	0,16	0,82	0,05	0,17	0,24	0,31
43	2500	Pentacosano	1,17	2,37	0,71	0,5	1,75	0,62
Total			99,08	97,64	98,62	93,60	98,64	95,73

*Índice de retenção

% = área relativa (área do pico relativo pela área total dos picos)

**RFe: Região de flores estaminadas (Masculina); RFp: Região de flores pistiladas (Feminina)

Fonte: Autor (2023)

A (Z)-jasmona (Figura 2) identificada em maior porcentagem em todas as partes da inflorescência de *M. linifera*, é uma substância volátil atuante na defesa de algumas

espécies vegetais, quando as mesmas encontram-se sobre a ação de herbívoros, tendo propriedades repelentes, sendo os jasmonatos moléculas-chave na ativação da reação à maioria dos herbívoros e o ácido jasmônico é responsável pela liberação de voláteis quando a planta é submetida a esse tipo de estresse (BIRKETT *et al.*, 2000; BRUCE *et al.*, 2003; MORAES *et al.*, 2009; PINTO-ZEVALLOS *et al.*, 2013; POPE *et al.*, 2007). Os trabalhos de Pinto-Zevallos *et al.* (2013) e de Pope *et al.* (2007), relatam sobre o tratamento com (Z)-jasmona na soja (*Glycine max* L.), que quando aplicada, a planta libera voláteis semelhantes aos liberados após um ataque de percevejos, no intuito de atrair a microvespa (*Telenomus podisi*) 30250arasitoide de ovos de *Tibraca limbativentris* (Percevejo-do-colmo-do-arroz) e *Euschistus heros* (Percevejo-marrom-da-soja). Outra importante função deste composto é sua ação indutora na produção de outros metabólitos secundários que são capazes de reduzir o crescimento de insetos fitófagos (MORAES *et al.*, 2008).

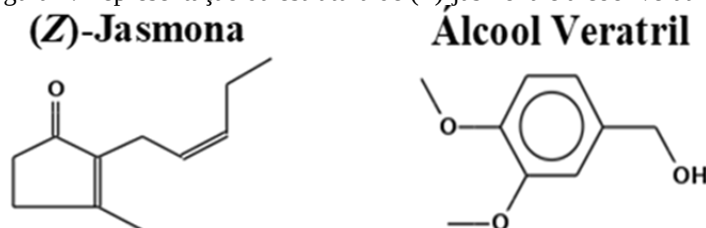
(Z)-jasmona também atua na resistência da planta contra danos causados por nematoides *Meloidogyne incógnita* e *Meloidogyne javanica* (DEUNER *et al.*, 2015), danos causados por lagartas *Spodoptera exigua* em tomateiros (DISI *et al.*, 2017) e como atrativo polinizador de escaravelhos (*Cyclocephalini*) (POPE *et al.*, 2007). É descrito na literatura em algumas espécies de aráceas como *Montrichardia arborescens* (GIBERNAU *et al.*, 2003), *Philodendron bipinnatifidum*, *Philodendron adamantinum* (PEREIRA *et al.*, 2014; ETL *et al.*, 2016) e *Thaumatococcus melleo-barretoanum* e *Xanthosoma hylaeae* (MAIA *et al.*, 2018).

No trabalho de Costa & Amarante (2015) com a caracterização do aroma da inflorescência de *M. linifera*, também apresentou os mesmos compostos voláteis em seus resultados, pois tanto o composto aromático (Z)-jasmona como o álcool veratril aparecem em maior quantidade, se destacando dentre os demais constituintes voláteis identificados.

A (Z)-jasmona é descrita como substância anticonvulsiva e tranquilizante no cérebro por interagir com sítios localizados nos receptores GABA e GABA_A (HOSSAIN *et al.*, 2004) e anticâncer por serem capazes de matar células do linfoma B (FINGRUT *et al.*, 2005).

O álcool veratril (Figura 2) é um metabólito secundário de custo elevado, geralmente acumulado em meio de cultura de fungos de decomposição branca, sobretudo aqueles que secretam lignina peroxidase (LiP), uma enzima degradadora de lignina. É utilizado na fabricação de estabilizantes e antioxidantes, na produção de analgésicos, aromas, biocidas e antissépticos (ARANTES & MILAGRES, 2009; PEREIRA, 2014).

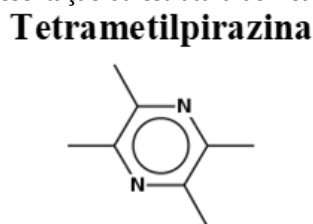
Figura 2. Representação da estrutura de (Z)-jasmona e álcool veratril.



Fonte: ADAMS (2007)

A substância tetrametilpirazina (Figura 3) é um alcaloide que nas últimas décadas tem sido utilizado no tratamento de diversas doenças, principalmente as cardiovasculares (Guo *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2016; Shi *et al.*, 2020). Muitos estudos confirmaram que tetrametilpirazina tem uma variedade de efeitos farmacológicos, incluindo anti-isquemia miocárdica, anti-isquemia cerebral, anti-hipertensão, anti-aterosclerose, anticâncer, anti-oxidação, anti-inflamação e anti-apoptose (Yang *et al.*, 2016; Fang *et al.*, 2017; Zou *et al.*, 2018; Du *et al.*, 2021; Ye *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2022).

Figura 3. Representação da estrutura de Tetrametilpirazina



Fonte: ADAMS (2007)

4 CONCLUSÃO

Através da técnica de hidrodestilação usando o aparelho tipo Clevenger, foram identificados 43 componentes voláteis da inflorescência de *Montrichardia linifera*. O perfil cromatográfico dos constituintes voláteis das inflorescências apresentaram duas substâncias majoritárias, a (Z)-jasmona e o álcool veratril em todas as partes estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. (2007). Identification of essential oil components by gás chromatography/mass spectrometry. Illinois: **Allured Publishing Corporation**.
- AMARANTE, C.B., SILVA, J.C.F., SOLANO, F.A.R., NASCIMENTO, L.D., MORAES, L.G., SILVA, G.F., UNO, W.S. (2009). Estudo espectrométrico das folhas da aninga (*Montrichardia linifera*) coletadas à margem do Rio Guamá no Campus da UFPA, Belém-PA. Uma contribuição ao estudo químico da família Araceae. **Revista Científica da UFPA**, v. 7, p. 1-19.
- AMARANTE, C.B., SILVA, J.C., MÜLLER, A.H., MÜLLER, R.C.S. (2011a). Avaliação da composição mineral do chá da folha senescente de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae) por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS). **Química Nova**, v. 34, p. 419-423. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300010>
- AMARANTE, C.B., SOLANO, F.A.R., LINS, A.L.F.A., MÜLLER, A.H., MÜLLER, R.C.S. (2011b). Caracterização física, química e nutricional dos frutos da aninga. **Planta Daninha**, v. 29, p. 295-303. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000200007>
- ARANTES, V., MILAGRES, A.M.F. (2009). Relevância de compostos de baixa massa molar produzidos por fungos e envolvidos na biodegradação da madeira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1586-1595. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600043>
- BIRKETT, M.A., CAMPBELL, C.A.M., CHAMBERLAIN, K., GUERRIERI, E., HICK, A.J., MARTIN, J.L., MATTHES, M., NAPIER, J.A., PETTERSSON, J., PICKETT, J.A., POPPY, G.M., POW, E.M., PYE, B.J., SMART, L.E., WADHAMS, G.H., WADHAMS, L.J., WOODCOCK, C.M. (2000). New roles for *cis*-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 97(16), 9329-9334. <https://doi.org/10.1073/pnas.160241697>
- BRUCE, T., PICKETT, J., SMART, L. (2003). *cis*-Jasmone switches on plant defence against insects. **Pesticide Outlook**, 14(3), 96-98. <https://doi.org/10.1039/B305499N>
- COSTA, F.M., AMARANTE, C.B. (2015). Caracterização química de compostos voláteis presentes na inflorescência de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott. In: **XXIII Seminário De Iniciação Científica - Pibic. A metodologia participativa como estratégia para o desenvolvimento e conservação da Amazônia – Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi**. p. 70.
- DE OLIVEIRA, D.P., CAVALCANTI, E.S.B., DE MORAIS, S.M., PINTO, C.C.C., DA SILVA LOPES, F.F., RODRIGUES, A.L.M., ALVES, D.R.; MAIA, A.I.V. (2021). Perfil cromatográfico por HPLC-DAD, potencial antiacetilcolinesterase e toxicidade de extratos etanólicos da espécie *Bauhinia monandra* Kurz. **Brazilian Journal of Development**, 7(1), 1183-1197. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-080>
- DEUNER, C., BORGES, C.T., ALMEIDA, A.S., MENEGHELLO, G.E., TUNES, L.V. (2015). Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, 38 (3), 275-281. <https://doi.org/10.19084/rca.16931>

DISI, J.O., ZEBELO, S., NGUMBI, E., FADAMIRO, H.Y. (2017). *cis*-Jasmone primes defense pathways in tomato via emission of volatile organic compounds and regulation of genes with consequences for *Spodoptera exigua* oviposition. **Arthropod-Plant Interactions**, 11 (4), 591- 602. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9503-y>

DU, H.Y., WANG, R., LI, J.L., LUO, H., XIE, X.Y., YAN, R., JIAN, Y.L., CAI, J.Y. (2021). Ligustrazine induces viability, suppresses apoptosis and autophagy of retinal ganglion cells with ischemia/reperfusion injury through the PI3K/Akt/mTOR signaling pathway. **Bioengineered**, 12(1), 507-515. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1880060>

ETL, F., BERGER, A., WEBER, A., SCHÖNENBERGER, J., DÖTTERL, S. (2016). Nocturnal plant bugs use *cis*-jasmone to locate inflorescences of an Araceae as feeding and mating site. **Journal of chemical ecology**, 42 (4), 300-304. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0688-9>

FANG, Y., CHU, L., LI, L., WANG, J., YANG, Y., GU, J., ZHANG, J. (2017). Tetramethylpyrazine protects bone marrow-derived mesenchymal stem cells against hydrogen peroxide-induced apoptosis through PI3K/Akt and ERK1/2 pathways. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, 40(12), 2146-2152. <https://doi.org/10.1248/bpb.b17-00524>

FINGRUT, O., REISCHER, D., ROTEM, R., GOLDIN, N., ALTBOUM, I., ZAN-BAR, I., FLESCHER, E. (2005). Jasmonates induce nonapoptotic death in high-resistance mutant p53- expressing B-lymphoma cells. **British Journal of Pharmacology**, 146(6), 800-808. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0706394>

GIBERNAU, M., BARABÉ, D., LABAT, D., CERDAN, P., DEJEAN, A. (2003). Reproductive biology of *Montrichardia arborescens* (Araceae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 1, p. 103-107. <https://doi.org/10.1017/S0266467403003134>

GUO, M., LIU, Y., SHI, D. (2016). Cardiovascular actions and therapeutic potential of tetramethylpyrazine (active component isolated from *Rhizoma chuanxiong*): roles and mechanisms. **BioMed Research International**. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2430329>

HOLANDA, F.S.R., SANTOS, L.G.C., SANTOS, C.M.D., CASADO, A.P.B., PEDROTTI, A., RIBEIRO, G.T. (2005). Riparian vegetation affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, p. 327-336. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000200016>

HOSSAIN, S.J., AOSHIMA, H., KODA, H., KISO, Y. (2004). Fragrances in oolong tea that enhance the response of GABAA receptors. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 68(9), 1842-1848. <https://doi.org/10.1271/bbb.68.1842>

LIN, J., WANG, Q., ZHOU, S., XU, S., YAO, K. (2022). Tetramethylpyrazine: A review on its mechanisms and functions. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 150, 113005. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113005>

LINS, A.L.F.A. & OLIVEIRA, P.L. (1994). Origem, Aspectos morfológicos e anatômicos das raízes embrionárias de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, Belém, v. 10, n. 2, p. 221-236.

MACEDO, E.G., SANTOS FILHO, B.G., POTIGUARA, R.C.V., SANTOS, D.S.B. (2005). Anatomia e arquitetura foliar de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Aracea) espécie da várzea amazônica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Ciências Naturais, Belém, v. 1, p. 19-43. <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/509>

MAIA, A.C.D., GRIMM, C., SCHUBERT, M., ETL, F., GONÇALVES, E.G., NAVARRO, D.M.D.A.F., SCHULZ, S., DÖTTERL S. (2018). Novel Floral Scent Compounds from NightBlooming Araceae Pollinated by Cyclocephaline Scarabs (Melolonthidae, Cyclocephalini). **Journal of Chemical Ecology**, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10886-018-1018-1>

MIRANDA, J.A.L., ROCHA, J.A., ARAÚJO, K.M., QUELEMES, P.V., MAYO, S.J., ANDRADE, I.M. (2015). Atividade antibacteriana de extratos de folhas de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1142-1149. https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_169

MORAES, M.C.B., BIRKETT, M.A., GORDON-WEEKS, R., SMART, L.E., MARTIN, J.L., PYE, B.J., BROMILOW, R., PICKETT, J.A. (2008). *Cis*-jasmones induces accumulation of defence compounds in wheat, *Triticum aestivum*. **Phytochemistry**, v. 69, n. 1, p. 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.06.020>

MORAES, M.C.B., LAUMANN, R.A., PAREJA, M., SERENO, F.T., MICHEREFF, M.F., BIRKETT, M.A., PICKETT, J.A., BORGES, M. (2009). Attraction of the stink bug egg parasitoid *Telenomus podisi* to defence signals from soybean activated by treatment with *cis*-jasmones. **Entomologia experimentalis et applicata**, 131(2), 178-188. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00836.x>

PEREIRA, J., SCHLINDWEIN, C., ANTONINI, Y., MAIA, A.C.D., DÖTTERL, S., MARTINS, C., NAVARRO, D.M.D.A.F., OLIVEIRA, R. (2014). *Philodendron adamantinum* (Araceae) lures its single cyclocephaline scarab pollinator with specific dominant floral scent volatiles. **Biological Journal of the Linnean Society**, 111(3), 679-691. <https://doi.org/10.1111/bj.12232>

PINTO-ZEVALLOS, D.M., MARTINS, C.B., PELLEGRINO, A.C., ZARBIN, P.H.G. (2013). Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, 36(9), 1395-1405. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900021>

POPE, T.W., CAMPBELL, C.A.M., HARDIE, J., WADHAMS, L.J. (2007). Treating hop plants with (Z)-jasmones increases colonization by *Phorodon humuli* (Hemiptera: Aphididae) spring migrants. **Bulletin of entomological research**, 97(3), 317-319. <https://doi.org/10.1017/S0007485307004932>

RIFFEL, A., & Da Costa, J.G. (2015). Os voláteis de plantas e o seu potencial para a agricultura. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1042811>

SANTOS, F.N., OLIVEIRA, T.A., LIMA, K.C.S., ANDRADE, J.I.A., SILVA, D.X., AMARAL, L.V., MOYA, H.D. (2014). *Montrichardia linifera* (Araceae) biological potential, phytochemical prospection and polyphenol content. **Universitas Scientiarum**, v. 19, n. 3, p. 213-224. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC19-3.emas>

SHI, J., LI, R., YANG, S., PHANG, Y., ZHENG, C., ZHANG, H. (2020). The protective effects and potential mechanisms of *Ligusticum chuanxiong*: focus on anti-inflammatory, antioxidant, and antiapoptotic activities. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. <https://doi.org/10.1155/2020/8205983>

SILVA, L.C.V., BRAULIO, C.S., CORREIA, A.J., OLIVEIRA, A.S., DE SOUSA, C.B.D.C., VIEIRA, J.D.L.S., MACHADO, J.P., DA SILVA NOVAES, A.P. (2021). Efeito alelopático do extrato foliar de eucalipto na germinação de sementes de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 4(1), 1315-1320. DOI: 10.34188/bjaerv4n1-107

TAVARES, M.G.F., MASCARENHAS, B.M. Estudo do polinizador de *Montrichardia linifera* em ambientes de inundações no município de Belém, PA. In: **Seminário De Iniciação Científica - Pibic Do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém. **Anais...**Belém: MPEG, 2008. p. 69.

YANG, C., XU, Y., ZHOU, H., YANG, L., YU, S., GAO, Y., HUANG, Y., LU, L., LIANG, X. (2016). Tetramethylpyrazine protects CoCl₂-induced apoptosis in human umbilical vein endothelial cells by regulating the PHD2/HIF/1 α -VEGF pathway. **Molecular Medicine Reports**, 13(2), 1287-1296. <https://doi.org/10.3892/mmr.2015.4679>

YE, T., LI, Y., XIONG, D., GONG, S., ZHANG, L., LI, B., PAN, J., WANG, Y., QU, H. (2021). Combination of Danshen and ligustrazine has dual anti-inflammatory effect on macrophages and endothelial cells. **Journal of Ethnopharmacology**, 266, 113425. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113425>

ZHAO, Y., LIU, Y., CHEN, K. (2016). Mechanisms and clinical application of tetramethylpyrazine (an interesting natural compound isolated from *Ligusticum wallichii*): current status and perspective. **Oxidative medicine and cellular longevity**. <https://doi.org/10.1155/2016/2124638>

ZOU, J., GAO, P., HAO, X., XU, H., ZHAN, P., LIU, X. (2018). Recent progress in the structural modification and pharmacological activities of ligustrazine derivatives. **European Journal of Medicinal Chemistry**, 147, 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.01.097>