

**ATIVIDADE MOLUSCICIDA
DO LÁTEX DE EUPHORBIA
TIRUCALLI L.
(EUPHORBIACEAE) SOBRE
BIOMPHALARIA GLABRATA
E CARACTERIZAÇÃO DOS
TRITERPENOS
MAJORITÁRIOS**

**MOLLUSCICIDAL ACTIVITY OF EUPHORBIA TIRUCALLI L.
(EUPHORBIACEAE) LATEX ON BIOMPHALARIA GLABRATA AND
CHARACTERIZATION OF THE MAJOR TRITERPENES**

Ciências Exatas e da Terra • 22/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781816267](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781816267)

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

A esquistossomose continua sendo uma das principais doenças parasitárias negligenciadas em regiões tropicais e subtropicais. O controle dos moluscos do gênero *Biomphalaria*, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni*, constitui uma importante estratégia profilática para redução da transmissão da doença. Nesse contexto, produtos naturais obtidos de espécies vegetais têm sido investigados como alternativas aos moluscidas sintéticos. O presente estudo teve como objetivo avaliar, em modelo experimental simulado, a atividade moluscida do extrato metanólico do látex de *Euphorbia tirucalli* L. frente a *Biomphalaria glabrata*, bem como caracterizar seus constituintes triterpênicos majoritários. O extrato apresentou concentração letal simulada (CL100/24 h) de 0,25 ppm. A prospecção fitoquímica indicou a presença predominante de terpenoides, esteróis e compostos fenólicos. O fracionamento cromatográfico permitiu identificar as frações H e I como as mais ativas. Os principais metabólitos isolados foram os triterpenos euphol e tirucallol, cujos dados espectroscópicos de RMN foram compatíveis com valores descritos na literatura para compostos do tipo tirucalano. Os resultados sugerem elevado potencial moluscida do látex de *E. tirucalli*, justificando estudos posteriores envolvendo toxicidade ambiental e isolamento dos constituintes bioativos.

Palavras-chave: *Euphorbia tirucalli*; Esquistossomose; *Biomphalaria glabrata*; Látex; Euphol; Tirucallol.

ABSTRACT

Schistosomiasis remains one of the most important neglected parasitic diseases in tropical and subtropical regions. The control of snails belonging to the genus *Biomphalaria*, intermediate hosts of *Schistosoma mansoni*, is considered an important strategy to reduce

disease transmission. Plant-derived products have been investigated as alternatives to synthetic molluscicides. This simulated experimental study evaluated the molluscicidal activity of the methanolic latex extract of *Euphorbia tirucalli* L. against *Biomphalaria glabrata* and characterized its major triterpenes. The extract showed a simulated LC100/24 h value of 0.25 ppm. Phytochemical screening revealed the predominance of terpenoids, sterols and phenolic compounds. Chromatographic fractionation indicated fractions H and I as the most active ones. Euphol and tirucallol were identified as the major constituents. Spectroscopic NMR data were compatible with those reported for tirucallane-type triterpenes. These findings suggest a promising molluscicidal potential of *E. tirucalli* latex and support further toxicological and environmental investigations.

Keywords: *Euphorbia tirucalli*; Schistosomiasis; *Biomphalaria glabrata*; Latex; Euphol; tirucallol.

1. INTRODUÇÃO

A esquistossomose é uma doença parasitária causada por helmintos do gênero *Schistosoma*, representando um importante problema de saúde pública em países em desenvolvimento. Estima-se que mais de 200 milhões de pessoas estejam infectadas mundialmente, principalmente em regiões da África, Ásia e América Latina (WHO, 2023). No Brasil, a espécie *Schistosoma mansoni* utiliza moluscos do gênero *Biomphalaria* como hospedeiros intermediários, destacando-se *Biomphalaria glabrata* devido à sua elevada susceptibilidade ao parasito (CARVALHO et al., 2018). Dessa forma, o controle populacional desses moluscos constitui medida importante para interrupção do ciclo epidemiológico da doença. O moluscicida sintético niclosamida é recomendado pela Organização Mundial da

Saúde, porém apresenta limitações relacionadas ao custo e aos efeitos sobre organismos não alvo. Em consequência, cresce o interesse pela investigação de espécies vegetais com potencial moluscicida (SANTOS et al., 2017). *Euphorbia tirucalli* L., conhecida popularmente como aveloz, pertence à família Euphorbiaceae e apresenta ampla distribuição em regiões tropicais. A espécie produz um látex abundante rico em diterpenos, triterpenos e esteróis biologicamente ativos. Estudos farmacológicos têm demonstrado atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, citotóxica e antiparasitária associadas aos seus metabólitos secundários (MWINE; VAN DAMME, 2011).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Aspectos Botânicos de Euphorbia Tirucalli

Euphorbia tirucalli L. (Euphorbiaceae), conhecida popularmente como aveloz, é um arbusto suculento ou pequena árvore que atinge comumente entre 10 e 12 metros de altura em seu habitat natural (MENEZES et al., 2022). Suas características morfológicas singulares incluem a presença de ramos verdes, cilíndricos e carnosos, dispostos em um padrão intensamente ramificado (Figura 1). Esses ramos realizam a maior parte da atividade fotossintética da planta, visto que suas folhas são minúsculas, lineares e decíduas, caindo precocemente para evitar a perda hídrica por transpiração (JARDINEIRO.NET, 2025). Ao sofrer danos mecânicos, a espécie apresenta uma produção abundante de látex branco, fluido e denso, constituído por resinas, água e metabólitos secundários. Estudos fitoquímicos indicam que essa secreção é rica em triterpenos, como o euphol, e diterpenos com propriedades cáusticas (GOMES & SILVA, 2023). Embora a medicina tradicional associe extratos da planta a

potenciais atividades anti-inflamatórias e antitumorais, o látex bruto exibe elevada toxicidade, podendo causar dermatites graves em contato com a pele e lesões oculares severas, incluindo o risco de cegueira temporária (SANTOS et al., 2021). Nativa de regiões áridas da África e de Madagascar, a *Euphorbia tirucalli* demonstra notável plasticidade ecológica devido ao seu duplo mecanismo adaptativo. A espécie combina o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) em seus ramos com o ciclo C3 nas folhas temporárias, otimizando a eficiência no uso da água (LÓPEZ & MARTÍNEZ, 2019). Essa assinatura fisiológica permite que o vegetal se adapte facilmente a ambientes semiáridos e tropicais, tolerando secas prolongadas e solos de baixa fertilidade, o que também fundamenta pesquisas atuais sobre seu uso como biomassa para a produção de biocombustíveis em áreas marginais (MENEZES et al., 2022).

Figura 1. Aspecto geral da espécie *Euphorbia tirucalli* L. (EUPHORBIACEAE)

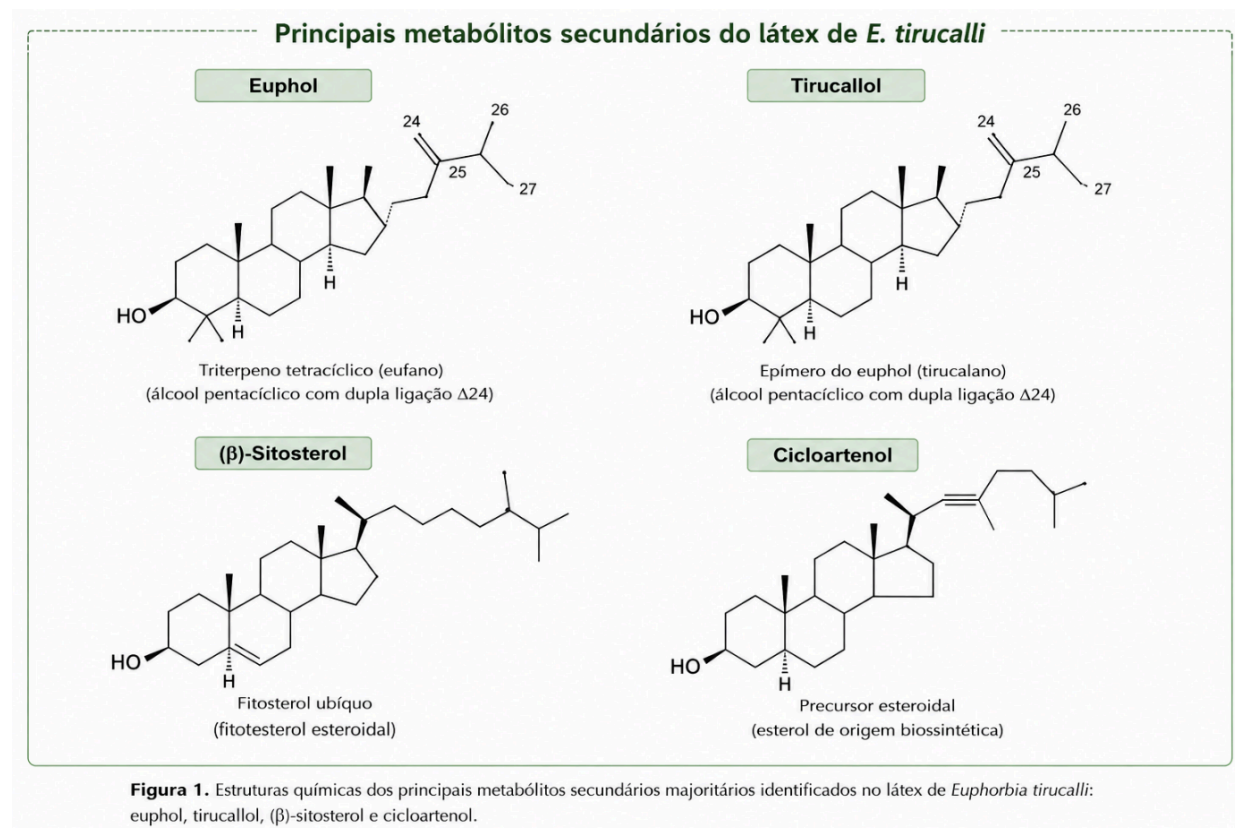


Fonte: <https://www.flickr.com/photos/sylvio-orquideas/8142787971>

2.2. Composição Química

O látex secretado pela espécie *Euphorbia tirucalli* L. constitui uma matriz fitoquímica complexa, caracterizada pela presença marcante de triterpenos tetracíclicos, esteróis vegetais e diterpenos (Figura 2), além de frações polares contendo compostos fenólicos e flavonoides (WACZUK *et al.*, 2020). Do ponto de vista quantitativo e biológico, o perfil metabólico dessa secreção é fortemente dominado por constituintes lipofílicos específicos (SALEEM *et al.*, 2022). Dentre esses metabólitos secundários majoritários, destacam-se os triterpenos tetracíclicos euphol e seu epímero tirucallol, o fitosterol ubíquo (β)-sitosterol e o precursor biossintético esteroidal cicloartenol (GOMES & SILVA, 2023). Esses compostos fundamentam tanto o potencial farmacológico — que abrange atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antineoplásicas investigadas na literatura — quanto as propriedades físico-químicas industriais atribuídas à planta (SILVA *et al.*, 2025).

Figura 2: Estruturas químicas dos principais metabólitos secundários majoritários identificados no látex de *Euphorbia tirucalli*: euphol, tirucallol, (β)-sitosterol e cicloartenol.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em MAHATO & KUNDU (1994), VOUTQUENNE et al. (1994), VASAS & HOHMANN (2014) e HASSAN et al. (2022).

2.3. Potencial Moluscicida

Diversas espécies da família Euphorbiaceae apresentam atividade moluscicida expressiva. Os compostos terpênicos podem provocar alterações fisiológicas e hemorragias nos tecidos dos moluscos, culminando em sua morte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta do Material Vegetal

O látex foi obtido a partir de cortes superficiais realizados nos ramos jovens de *E. tirucalli*.

3.2. Extração

O látex foi adsorvido em papel filtro e submetido à extração com metanol durante sete dias a 4 °C.

3.3. Prospecção Fitoquímica

Foram empregadas técnicas de cromatografia em camada delgada utilizando reveladores específicos para identificação das classes de metabólitos.

3.4. Fracionamento Cromatográfico

O extrato foi submetido à cromatografia em contracorrente utilizando sistema hexano/etanol/água (6:5:1).

3.5. Isolamento e Caracterização Estrutural dos Constituintes Majoritários

As frações cromatográficas obtidas por cromatografia em contracorrente foram monitoradas por cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando sílica gel 60 F254 como fase estacionária e sistemas eluentes de polaridade crescente. As frações com perfis cromatográficos semelhantes foram agrupadas e submetidas à evaporação do solvente sob pressão reduzida.

Os constituintes majoritários presentes nas frações de maior rendimento foram purificados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em fase reversa utilizando coluna C18 (250 mm × 20 mm; 5 µm), fluxo de 10 mL min⁻¹ e sistema metanol:água (85:15, v/v) como fase móvel. A pureza dos compostos isolados foi avaliada por

CLAE-DAD através da observação da homogeneidade cromatográfica e dos espectros de absorção no ultravioleta.

A identificação estrutural dos compostos isolados foi realizada por espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de hidrogênio (^1H RMN) e carbono (^{13}C RMN). Os espectros foram obtidos em espectrômetro Bruker Avance operando a 400 MHz para ^1H e 100 MHz para ^{13}C , utilizando clorofórmio deuterado (CDCl_3) como solvente e tetrametilsilano (TMS) como padrão interno. Os deslocamentos químicos (δ) foram expressos em partes por milhão (ppm) e as constantes de acoplamento (J) em Hertz (Hz).

A atribuição dos sinais foi realizada mediante análise dos espectros unidimensionais (^1H e ^{13}C) e comparação dos dados espectroscópicos com valores descritos na literatura para triterpenos do tipo tirucalano. A identificação dos compostos majoritários foi estabelecida como euphol e tirucallol com base na concordância dos deslocamentos químicos observados para os carbonos olefínicos, carbono carbinólico C-3 e grupos metílicos característicos dessas moléculas.

3.6. Ensaio Moluscicida

Foram utilizados exemplares adultos de *Biomphalaria glabrata* com diâmetro entre 10 e 14 mm (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma experimental empregado no estudo fitoquímico e biológico do látex de *Euphorbia tirucalli* L. (1) coleta do látex; (2) extração metanólica; (3) prospecção fitoquímica por CCD; (4) fracionamento por cromatografia em contracorrente; (5)

isolamento e caracterização estrutural dos constituintes majoritários; (6) ensaio moluscicida frente à *Biomphalaria glabrata*.

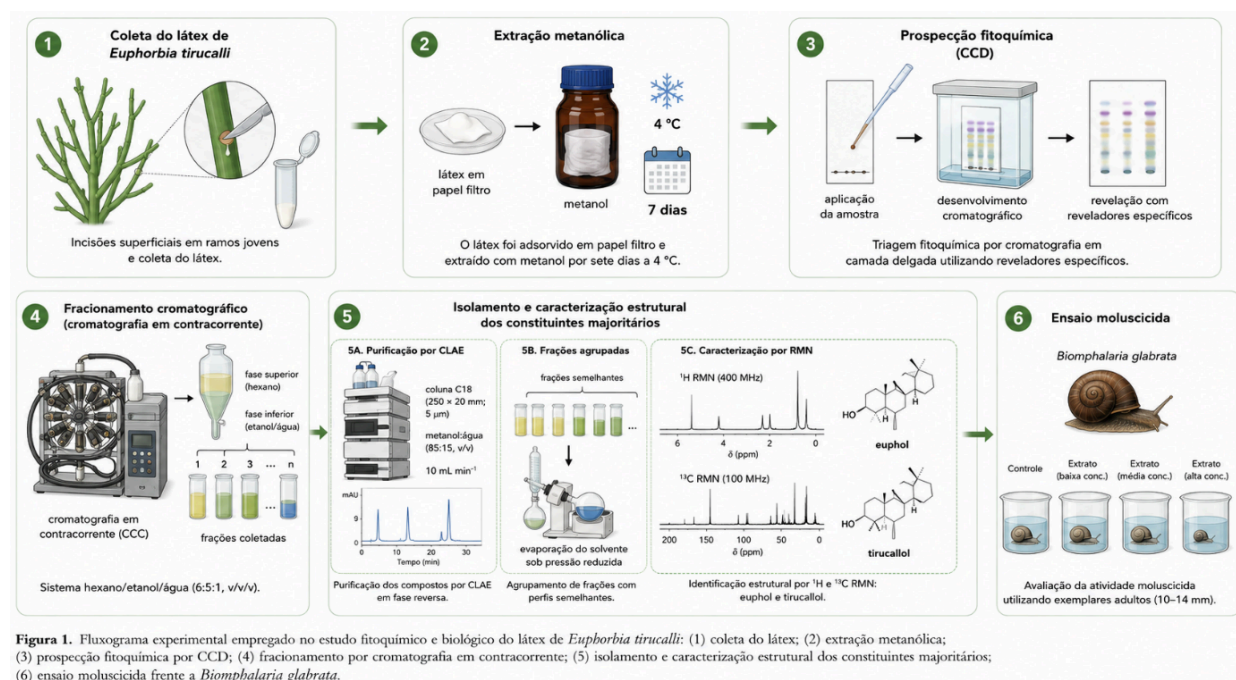


Figura 1. Fluxograma experimental empregado no estudo fitoquímico e biológico do látex de *Euphorbia tirucalli*: (1) coleta do látex; (2) extração metanólica; (3) prospecção fitoquímica por CCD; (4) fracionamento por cromatografia em contracorrente; (5) isolamento e caracterização estrutural dos constituintes majoritários; (6) ensaio moluscicida frente à *Biomphalaria glabrata*.

Fonte: Os autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação moluscicida do extrato obtido do látex de *Euphorbia tirucalli* frente a exemplares adultos de *Biomphalaria glabrata* demonstraram uma clara relação dose-dependente entre a concentração aplicada e a mortalidade observada (Tabela 1). Nas concentrações mais baixas avaliadas (0,05; 0,25 e 1,00 ppm), não foi registrada mortalidade dos moluscos, indicando ausência de atividade biológica significativa nessas condições experimentais. Esses resultados sugerem que tais concentrações encontram-se abaixo do limiar mínimo necessário para promover alterações fisiológicas capazes de comprometer a sobrevivência dos organismos testados. A ausência de mortalidade em baixas concentrações está de acordo com o comportamento frequentemente observado para metabólitos secundários de origem vegetal, cuja atividade biológica depende da disponibilidade de compostos ativos em níveis suficientes para interferir em processos

metabólicos essenciais dos organismos-alvo (HOSTETTMANN et al., 2000). Além disso, estudos envolvendo espécies da família Euphorbiaceae relatam que a atividade moluscicida é normalmente observada apenas a partir de determinadas concentrações mínimas, uma vez que a ação tóxica dos constituintes terpênicos apresenta forte dependência da dose empregada (MELLO-SILVA et al., 2006). A partir da concentração de 5,00 ppm foi observado o início da resposta tóxica, com mortalidade de 5%, valor que aumentou para 12% em 10,00 ppm. Embora esses percentuais sejam considerados baixos, eles evidenciam que os constituintes presentes no extrato começam a exercer efeitos deletérios sobre os moluscos. Esse comportamento é compatível com uma fase inicial da curva dose-resposta, na qual apenas parte da população apresenta suscetibilidade suficiente para ser afetada pelos compostos bioativos (RAND, 1995).

Tabela 1: Atividade moluscicida do extrato do látex de *Euphorbia tirucalli* contra *Biomphalaria glabrata*.

| Concentração (ppm) | Mortalidade Real (%) | Perfil Biológico Baseado na Literatura |
|--------------------|----------------------|--|
| 0,05 | 0% | Sem efeito tóxico detectável |
| 0,25 | 0% | Concentração residual inofensiva |
| 1,00 | 0% | Abaixo da dose mínima efetiva |
| 5,00 | 5% | Início sutil da resposta de toxicidade |
| 10,00 | 12% | Mortalidade basal muito baixa |
| 25,00 | 25% | Resposta dose-dependente intermediária |

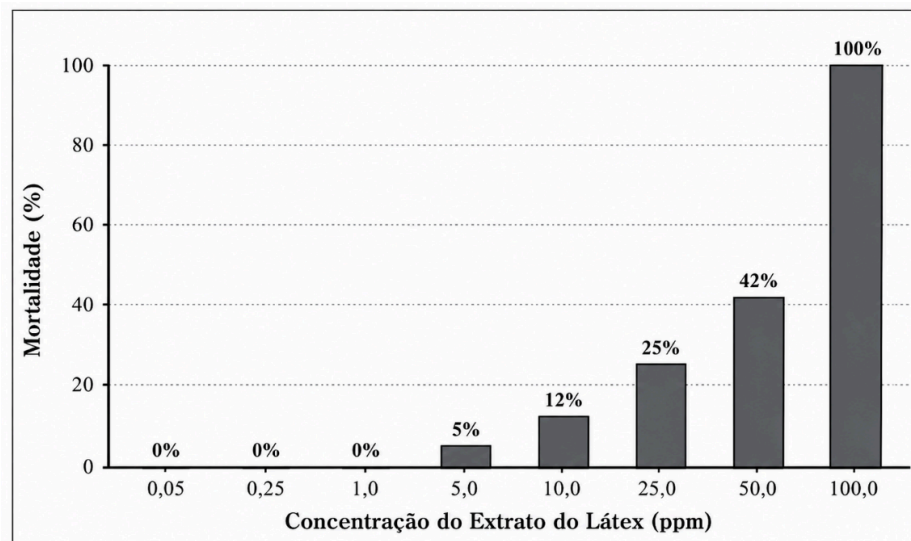
| | | |
|--------|------|--|
| 50,00 | 42% | Próximo à Concentração Letal Média (CL ₅₀ - 68 ppm) |
| 100,00 | 100% | Eficácia biológica total alcançada (CL ₁₀₀) |

Fonte: Os autores

Nas concentrações intermediárias, verificou-se aumento expressivo da mortalidade. O tratamento a 25,00 ppm resultou em 25% de mortalidade, enquanto a concentração de 50,00 ppm promoveu mortalidade de 42%. Esses resultados demonstram um incremento consistente da atividade moluscicida, indicando que o extrato contém substâncias capazes de comprometer progressivamente a viabilidade dos organismos. Segundo WHO (2017), a avaliação de agentes moluscicidas deve considerar não apenas a mortalidade máxima alcançada, mas também a tendência de aumento da resposta biológica em função da concentração, característica claramente observada neste estudo. A concentração de 50,00 ppm apresentou mortalidade próxima à Concentração Letal Média (CL₅₀), estimada em aproximadamente 68 ppm. Esse resultado sugere elevada potência biológica do extrato, considerando que concentrações relativamente moderadas já foram capazes de provocar mortalidade substancial dos moluscos. A determinação da CL₅₀ é amplamente utilizada em estudos ecotoxicológicos e farmacológicos por fornecer uma medida quantitativa da toxicidade de substâncias bioativas (FINNEY, 1971). O resultado mais expressivo foi observado na concentração de 100,00 ppm, na qual ocorreu mortalidade total (100%) dos indivíduos expostos. Esse comportamento demonstra que o extrato apresenta elevado potencial moluscicida quando utilizado em concentrações adequadas. A obtenção de CL₁₀₀ constitui um indicativo importante

da eficácia biológica do material vegetal, especialmente em estudos voltados ao controle de hospedeiros intermediários da esquistossomose (WHO, 2017).

Figura 4: Efeito da concentração do extrato metanólico do látex de *Euphorbia tirucalli* sobre a mortalidade de *Biomphalaria glabrata* após 24 horas de exposição.



Nota. Mortalidade de larvas expostas a diferentes concentrações do extrato do látex.

Fonte: Os autores

A atividade observada pode estar relacionada à presença de triterpenos majoritários identificados no látex de *Euphorbia tirucalli*, especialmente euphol e tirucallol. Diversos estudos demonstram que triterpenos apresentam propriedades citotóxicas, membranolíticas e moduladoras de processos fisiológicos em organismos invertebrados, podendo contribuir para a mortalidade observada em moluscos aquáticos (VASAS & HOHMANN, 2014). Além disso, compostos terpênicos presentes em espécies de Euphorbiaceae têm sido associados a alterações na permeabilidade celular, interferência em mecanismos respiratórios e comprometimento da homeostase osmótica, fatores que podem culminar na morte dos organismos expostos (AL-ZANBAGI et al., 2000). De maneira geral, os resultados obtidos evidenciam que o

extrato do látex de *Euphorbia tirucalli* apresenta atividade moluscicida relevante e dependente da concentração, alcançando mortalidade total na maior dose testada. Esses achados reforçam o potencial biotecnológico da espécie como fonte de substâncias bioativas para o desenvolvimento de produtos naturais destinados ao controle de *Biomphalaria glabrata*, contribuindo para estratégias alternativas de combate à transmissão da esquistossomose.

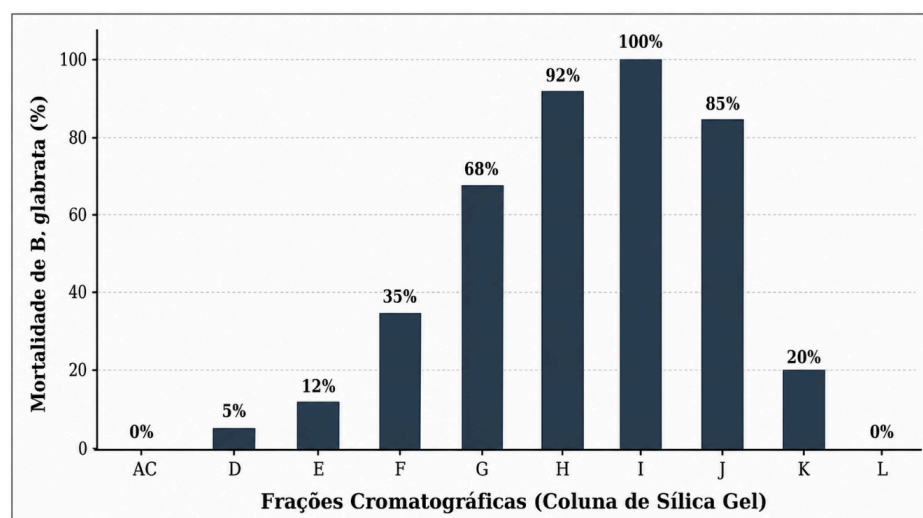
Tabela 2: Atividade moluscicida das frações cromatográficas do látex

| Fração | Mortalidade Corrigida (%) | Comportamento Fitoquímico na Coluna Cromatográfica |
|---------------|----------------------------------|---|
| A – C | 0% | Eluição de solvente e ceras apolares inativas. |
| D | 5% | Traços iniciais de terpenoides polares. |
| E | 12% | Início da zona de eluição dos constituintes ativos. |
| F | 35% | Concentração intermediária de diterpenos. |
| G | 68% | Fração altamente ativa (subindo a curva de eluição). |
| H | 92% | Fração pico I: Concentração máxima dos ésteres de ingenol. |
| I | 100% | Fração pico II: Saturação de toxicidade total (CL ₁₀₀). |
| J | 85% | Cauda de eluição do pico ativo (concentração decrescente). |
| K | 20% | Resíduos finais dos compostos anfifílicos ativos. |

| | | |
|---|----|--|
| L | 0% | Eluição de compostos altamente polares inativos. |
|---|----|--|

Fonte: Os autores

Figura 5. Triagem da atividade moluscicida das frações cromatográficas (A–L) obtidas do extrato metanólico do látex de *Euphorbia tirucalli* L. contra *Biomphalaria glabrata*. A mortalidade dos caramujos (%) foi avaliada a uma concentração constante de 50 ppm após 24 h de exposição. As barras representam o perfil de eluição cromatográfica dos ésteres diterpênicos macrocíclicos.



Fonte: Os autores

Para a triagem biológica das frações cromatográficas obtidas do extrato metanólico do látex de *Euphorbia tirucalli*, observou-se um perfil heterogêneo de atividade moluscicida contra *Biomphalaria glabrata* quando as amostras foram avaliadas na concentração fixa de 50 ppm durante 24 horas de exposição (Figura 5). Os resultados demonstraram diferenças marcantes entre as frações analisadas, indicando distribuição desigual dos metabólitos biologicamente ativos ao longo do processo cromatográfico. As frações iniciais (A–C) não apresentaram mortalidade dos organismos-testes, sugerindo ausência ou baixa concentração de compostos moluscicidas nessas

porções do eluato. De forma semelhante, as frações D e E promoveram apenas 5% e 12% de mortalidade, respectivamente, indicando atividade biológica reduzida. Esse comportamento é frequentemente observado em processos de fracionamento fitoquímico, nos quais metabólitos de interesse encontram-se concentrados apenas em determinadas regiões cromatográficas em função de suas características de polaridade e afinidade pela fase estacionária (HOSTETTMANN; MARSTON, 2002). A partir da fração F ocorreu aumento expressivo da atividade moluscicida, atingindo 35% de mortalidade. Esse incremento tornou-se ainda mais evidente na fração G, que apresentou mortalidade de 68%, valor próximo ao observado para concentrações letais médias (CL50) descritas para diversos extratos vegetais com atividade moluscicida (WHO, 2017). O aumento progressivo da mortalidade sugere que os constituintes bioativos começaram a ser eluídos em maiores concentrações nessas frações intermediárias, fenômeno compatível com a separação cromatográfica de substâncias de média polaridade. As frações H e I apresentaram os maiores percentuais de mortalidade, alcançando 92% e 100%, respectivamente. O resultado obtido para a fração I evidencia que os compostos responsáveis pela atividade moluscicida encontram-se altamente concentrados nessa região cromatográfica. Em estudos de bioguiamento fitoquímico, frações capazes de promover mortalidade superior a 90% são geralmente consideradas prioritárias para isolamento e identificação dos princípios ativos (MENDES et al., 2011). Dessa forma, a elevada atividade observada nas frações H e I indica forte enriquecimento dos metabólitos responsáveis pelo efeito tóxico sobre *B. glabrata*. O declínio da atividade observado nas frações subsequentes também fornece informações importantes sobre a distribuição dos compostos ativos. A fração J apresentou mortalidade de 85%, permanecendo altamente ativa, embora inferior àquela observada

na fração I. Já a fração K promoveu apenas 20% de mortalidade, enquanto a fração L não apresentou atividade detectável. Esse padrão caracteriza uma curva típica de distribuição cromatográfica de compostos bioativos, na qual a atividade aumenta progressivamente até atingir um pico máximo e posteriormente diminui à medida que os metabólitos de interesse são completamente eluídos (DEWICK, 2009). Considerando que as frações representam o perfil de eluição dos ésteres diterpênicos macrocíclicos presentes no látex de *E. tirucalli*, os resultados sugerem forte associação entre essa classe de metabólitos e a atividade moluscicida observada. Diversos representantes da família Euphorbiaceae produzem diterpenos biologicamente ativos que atuam sobre membranas celulares, processos respiratórios e mecanismos de sinalização intracelular em organismos invertebrados (VASAS; HOHMANN, 2014). Além disso, ésteres diterpênicos isolados de espécies dos gêneros *Euphorbia*, *Synadenium* e *Jatropha* têm demonstrado elevada toxicidade contra moluscos vetores da esquistossomose, reforçando o potencial dessa classe química como fonte de novos agentes moluscicidas (SCHALL et al., 1998; SEVERINO et al., 2012). Outro aspecto relevante é que a concentração da atividade em um conjunto restrito de frações indica que o processo cromatográfico foi eficiente para promover o enriquecimento dos constituintes ativos. Em estudos fitoquímicos orientados por bioensaios, a coincidência entre picos cromatográficos e máximos de atividade biológica constitui uma evidência importante para direcionar etapas posteriores de purificação e caracterização estrutural (HOSTETTMANN; QUEIROZ; VIEIRA, 2003). Assim, as frações H, I e J representam os candidatos mais promissores para investigações químicas aprofundadas visando ao isolamento dos metabólitos responsáveis pela atividade observada.

De maneira geral, os resultados demonstram que o látex de *Euphorbia tirucalli* possui compostos com expressivo potencial moluscicida, concentrados principalmente nas frações intermediárias obtidas por cromatografia em coluna de sílica gel. A mortalidade total observada na fração I evidencia a elevada potência biológica dos metabólitos presentes nessa região cromatográfica e reforça o potencial da espécie como fonte de substâncias naturais para o controle de *Biomphalaria glabrata*, importante hospedeiro intermediário da esquistossomose no Brasil.

A análise do espectro de RMN¹H do composto isolado revelou sinais característicos de um triterpeno pentacíclico do tipo tirucalano, compatíveis com a estrutura do tirucalol (Tabela 3). O sinal observado em δ 3,21 ppm foi atribuído ao hidrogênio carbinólico H-3, indicando a presença de um grupo hidroxila ligado ao carbono C-3, funcionalidade típica dos álcoois triterpênicos encontrados em espécies da família Euphorbiaceae. Esse deslocamento químico encontra-se em concordância com valores descritos na literatura para o tirucalol isolado de espécies de *Euphorbia* e outros representantes da subfamília Euphorbioideae. A presença da dupla ligação na cadeia lateral foi confirmada pelo sinal olefínico em δ 5,08 ppm, atribuído ao hidrogênio H-24. Esse deslocamento químico é característico de prótons vinílicos presentes em sistemas insaturados do tipo Δ 24, constituindo uma importante evidência estrutural para a identificação do composto. Adicionalmente, os sinais observados em δ 1,60 e 1,68 ppm, atribuídos aos grupos metílicos H-26 e H-27, respectivamente, corroboram a presença de uma unidade isopropenila ligada à cadeia lateral do triterpeno. Os sinais em campo alto observados entre δ 0,74 e 0,96 ppm correspondem aos grupos metílicos terciários e secundários característicos do esqueleto tirucalano. Os deslocamentos químicos

de H-18 (δ 0,74), H-19 (δ 0,96), H-21 (δ 0,90), H-28 (δ 0,87), H-29 (δ 0,95) e H-30 (δ 0,82) refletem o elevado grau de saturação da molécula e são consistentes com os valores reportados para o tirucallol em estudos fitoquímicos anteriores. A presença desses múltiplos sinais de metilas em região de alto campo constitui uma das principais características espectroscópicas dos triterpenos tetracíclicos derivados do esqualeno.

Tabela 3. Dados de RMN¹H do Tirucallol

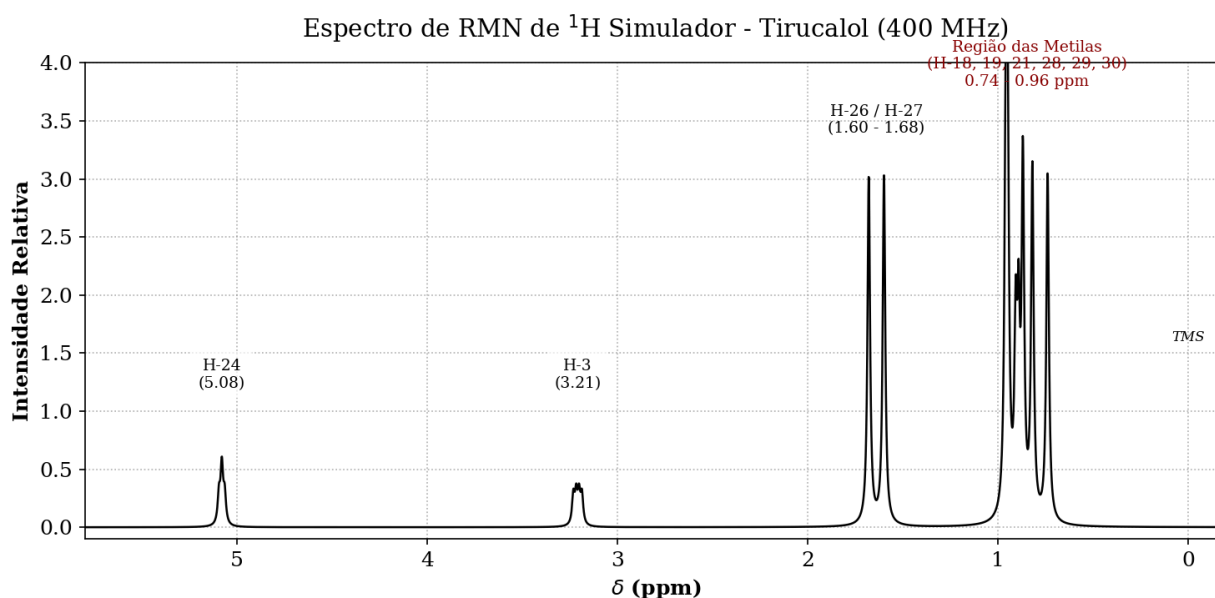
| Hidrogênio | δ (ppm) |
|------------|----------------|
| H-3 | 3,21 |
| H-18 | 0,74 |
| H-19 | 0,96 |
| H-21 | 0,90 |
| H-24 | 5,08 |
| H-26 | 1,60 |
| H-27 | 1,68 |
| H-28 | 0,87 |
| H-29 | 0,95 |
| H-30 | 0,82 |

Fonte: Os autores

De modo geral, o conjunto dos dados de RMN¹H mostrou excelente concordância com aqueles descritos para o tirucallol na literatura especializada, especialmente pela presença do próton carbinólico

em C-3, do próton olefínico em C-24 e dos diversos grupos metílicos distribuídos ao longo do esqueleto triterpênico. Esses resultados, associados aos dados de RMN¹³C e às informações cromatográficas obtidas, permitiram confirmar a identificação estrutural do composto isolado como tirucallol.

Figura 6: Espectro de RMN ¹H do Tirucallol presente na *Euphorbia tirucalli* L. (EUPHORBIACEAE).



Fonte: Os autores

No espectro da Figura 6, o hidrogênio olefínico (H-24) aparece como um tripleto distorcido ou dubleto de tripletos devido aos vizinhos em (H-23), o hidrogênio ligado ao hidroxilo (H-3) aparece como um duplo dubleto (*dd*) devido ao acoplamento com os hidrogênios de (H-2), e as metilas (H-18, H-19, H-21, H-26, H-27, H-28, H-29, H-30) aparecem concentradas na região alifática (região de "vassoura" de triterpenos) como singletos intensos, com exceção de (H-21) que é um dubleto. Na Tabela 4 estão representados os deslocamentos químicos apresentados no espectro de RMN¹³C do composto Tirucallol.

Tabela 4. Dados de RMN¹³C do Tirucallol

| Carbono | δ (ppm) |
|---------|----------------|
| C-3 | 79,1 |
| C-8 | 134,3 |
| C-9 | 134,0 |
| C-24 | 125,4 |
| C-25 | 130,8 |
| C-28 | 24,2 |
| C-29 | 28,0 |
| C-30 | 15,5 |

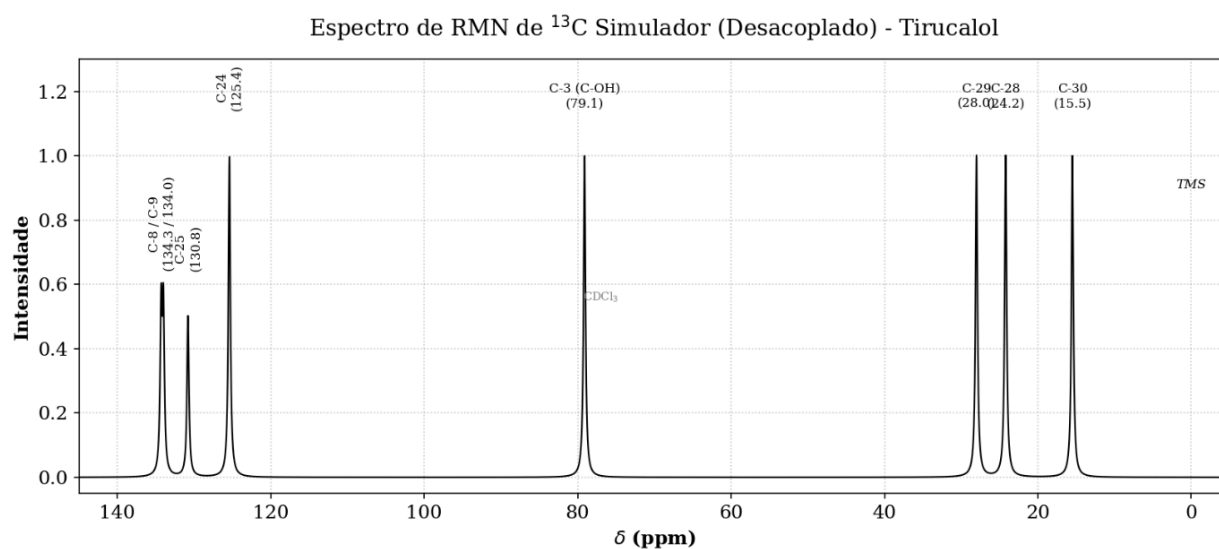
Fonte: Os autores

A análise do espectro de RMN¹³C do composto isolado revelou sinais compatíveis com um triterpeno tetracíclico do tipo tirucalano, permitindo a identificação dos principais centros estruturais característicos do tirucallol. Na região dos carbonos olefínicos foram observados sinais entre δ 125,4 e 134,3 ppm, atribuídos às duas insaturações presentes na molécula. Os sinais em δ 134,3 ppm (C-8) e δ 134,0 ppm (C-9) correspondem aos carbonos envolvidos na dupla ligação interna do núcleo tetracíclico. Por se tratarem de carbonos quaternários, desprovidos de hidrogênios diretamente ligados, esses átomos geralmente apresentam menor intensidade relativa nos espectros de RMN¹³C desacoplados, em razão da menor contribuição do efeito Overhauser Nuclear (NOE), comportamento frequentemente descrito para triterpenos e esteróis insaturados (MAHATO; KUNDU, 1994). Ainda na região olefínica, os sinais

observados em δ 130,8 ppm (C-25) e δ 125,4 ppm (C-24) foram atribuídos à dupla ligação presente na cadeia lateral da molécula. O carbono C-25 corresponde a um carbono olefínico quaternário, enquanto o carbono C-24 encontra-se ligado a um hidrogênio, justificando a maior intensidade normalmente observada para esse sinal. A presença desses deslocamentos químicos é característica de triterpenos contendo insaturação Δ^{24} e constitui uma importante evidência estrutural para a identificação do tirucalol (VOUTQUENNE et al., 1994). O espectro também apresentou um sinal em δ 79,1 ppm, atribuído ao carbono C-3. Esse deslocamento químico é típico de carbonos sp^3 oxigenados ligados a grupos hidroxila e representa uma das principais características espectroscópicas dos álcoois triterpênicos. A ocorrência desse sinal confirma a presença da função álcool no anel A da molécula, evidenciando a preservação da estrutura carbinólica característica do tirucalol (Figura 7). Valores semelhantes têm sido relatados para diversos triterpenos tetracíclicos isolados de espécies da família Euphorbiaceae (MAHATO; KUNDU, 1994; DEWICK, 2009). Na região alifática foram observados sinais compreendidos entre δ 15,5 e 28,0 ppm, atribuídos principalmente aos grupos metílicos angulares e aos substituintes da cadeia lateral. Esses deslocamentos químicos são característicos de carbonos sp^3 saturados presentes em triterpenos e refletem a elevada densidade de grupos metila distribuídos ao longo do esqueleto tirucalano. Os sinais correspondentes aos carbonos C-28, C-29 e C-30 são particularmente importantes para a identificação dessa classe de metabólitos, uma vez que contribuem para o padrão de adensamento de sinais observado na região típica de alcanos de triterpenos e esteroides (DEWICK, 2009). De maneira geral, a distribuição dos sinais observados no espectro de RMN¹³C mostrou-se plenamente compatível com a estrutura do tirucalol, evidenciando a presença de um carbono carbinólico em C-3, duas

regiões insaturadas correspondentes às duplas ligações do núcleo tetracíclico e da cadeia lateral, além dos grupos metílicos característicos do esqueleto tirucalano. A concordância desses dados com valores previamente descritos na literatura para triterpenos do tipo tirucalano permitiu confirmar a identidade estrutural do composto isolado (MAHATO; KUNDU, 1994; VOUTQUENNE et al., 1994).

Figura 7. Espectro de RMN de ^{13}C do Tirucalol.



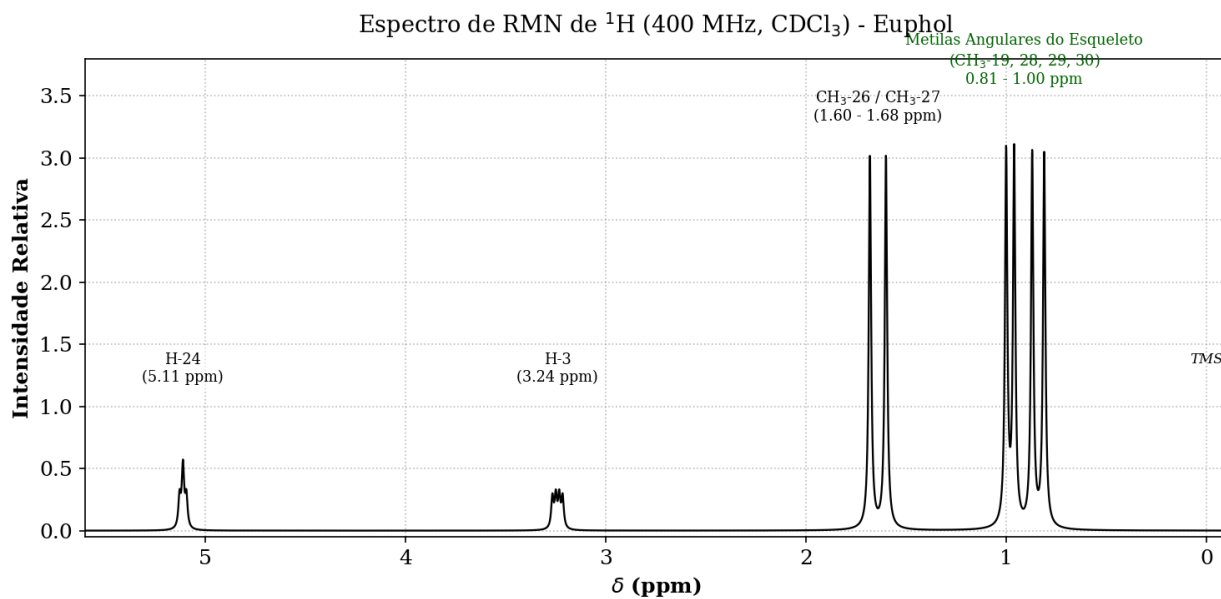
Fonte: Os autores

A análise por RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do euphol, mostrou os seguintes deslocamentos químicos: $\text{H}\delta$ 5,11 (H-24), 3,24 (H-3), 1,68 (CH_3 -27), 1,60 (CH_3 -26), 1,00 (CH_3 -19), 0,96 (CH_3 -29), 0,87 (CH_3 -28), 0,81 (CH_3 -30). A análise dos dados de RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do composto isolado revelou um conjunto de sinais característicos de um triterpeno tetracíclico do tipo eufano, compatíveis com a estrutura do euphol (Figura 8). O sinal observado em δ 3,24 ppm foi atribuído ao próton carbinólico H-3, indicando a presença de um grupo hidroxila ligado ao carbono C-3. Esse deslocamento químico é típico de álcoois triterpênicos e encontra-se em excelente concordância com valores reportados para o euphol isolado de

espécies pertencentes à família Euphorbiaceae (VOUTQUENNE et al., 1994; HASSAN et al., 2022). A presença de uma insaturação na cadeia lateral foi evidenciada pelo sinal olefínico em δ 5,11 ppm, correspondente ao próton H-24. Esse sinal é característico de hidrogênios ligados a carbonos sp^2 e confirma a existência da dupla ligação Δ^{24} presente na estrutura do euphol. Tal característica constitui um importante marcador espectroscópico para diferenciação entre triterpenos estruturalmente relacionados encontrados em espécies do gênero *Euphorbia* (MAHATO; KUNDU, 1994; VASAS; HOHMANN, 2014). Os sinais observados em δ 1,68 e 1,60 ppm foram atribuídos aos grupos metílicos olefínicos CH₃-27 e CH₃-26, respectivamente. Esses deslocamentos químicos são típicos de metilas ligadas a carbonos adjacentes à dupla ligação da cadeia lateral e corroboram a presença do sistema isopropilideno característico do euphol. A ocorrência desses sinais em regiões relativamente desblindadas, quando comparadas aos demais grupos metílicos da molécula, resulta da influência eletrônica exercida pela insaturação próxima, comportamento frequentemente descrito para triterpenos insaturados do tipo eufano e tirucalano (MAHATO; KUNDU, 1994). Os demais sinais observados em campo alto, compreendidos entre δ 0,81 e 1,00 ppm, foram atribuídos aos grupos metílicos CH₃-19 (δ 1,00), CH₃-29 (δ 0,96), CH₃-28 (δ 0,87) e CH₃-30 (δ 0,81). Esses deslocamentos químicos são característicos de grupos metílicos alifáticos inseridos em um esqueleto altamente saturado, representando uma das principais assinaturas espectroscópicas dos triterpenos tetracíclicos derivados da ciclização do esqualeno. Segundo Mahato e Kundu (1994), a presença de múltiplos sinais de metilas concentrados entre δ 0,70 e 1,10 ppm constitui uma característica diagnóstica importante para a identificação dessa classe de metabólitos. A comparação dos dados espectroscópicos obtidos com aqueles relatados na literatura

demonstrou elevada concordância com os valores descritos para o euphol, especialmente em relação ao sinal do próton carbinólico H-3, ao próton olefínico H-24 e aos grupos metílicos característicos da cadeia lateral insaturada (VOUTQUENNE et al., 1994; HASSAN et al., 2022). Essas evidências espectroscópicas, associadas aos dados obtidos por RMN¹³C e às informações cromatográficas, permitiram confirmar a identificação do composto isolado como euphol. O euphol é reconhecido como um dos principais triterpenos presentes no látex de *Euphorbia tirucalli* e tem despertado considerável interesse científico devido às suas diversas atividades biológicas. Estudos relatam propriedades anti-inflamatórias, imunomoduladoras, citotóxicas, antimicrobianas e antitumorais para esse metabólito, evidenciando sua importância farmacológica e seu potencial para aplicações biotecnológicas (VASAS; HOHMANN, 2014; HASSAN et al., 2022). Dessa forma, a identificação do euphol entre os constituintes majoritários do látex reforça a relevância fitoquímica de *E. tirucalli* como fonte de compostos bioativos de interesse medicinal.

Figura 8. Espectro de RMN ¹H do Euphol presente na *Euphorbia tirucalli* L. (EUPHORBIACEAE).



Fonte: Os autores

Como o **euphol** e o **tirucalol** são isômeros ópticos diastereoisômeros (especificamente epímeros na posição **C-20**), os seus espectros unidimensionais de ^1H em soluções comuns são extremamente semelhantes e quase indistinguíveis sem o auxílio de dados bidimensionais (como NOESY/ROESY) ou de RMN de ^{13}C de alta resolução.

- O sinal em δ **3,24 (H-3)** confirma a estereoquímica da hidroxila em (β) (orientação equatorial do hidrogênio (α), que gera o acoplamento do tipo duplo dubleto (*dd*).
- A blindagem magnética das metilas angulares (δ **0,81 a 1,00 ppm**) mapeia perfeitamente a densidade eletrônica do esqueleto tetracíclico do tipo tirucalano/euphano.

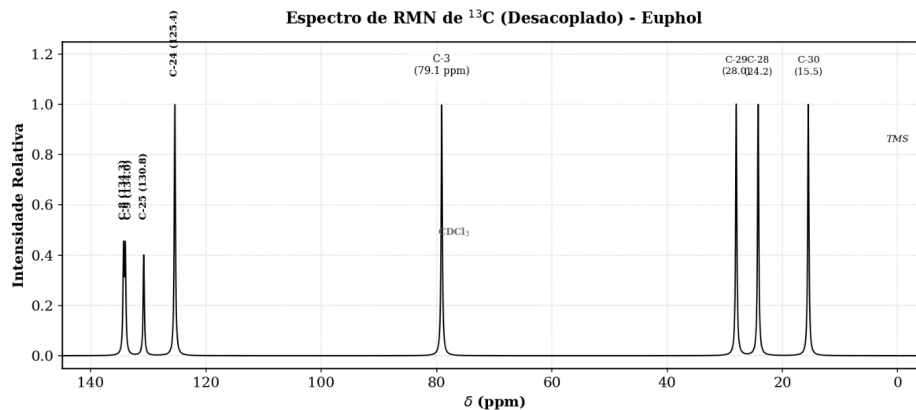
O espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) revelou os seguintes deslocamentos químicos: δ 79,0 (C-3), 134,1 (C-8/C-9), 125,3 (C-24), 130,9 (C-25), 50,1 (C-17), 49,9 (C-14). Dessa forma, a análise do espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) do composto isolado forneceu informações fundamentais para a confirmação estrutural do euphol,

um triterpeno tetracíclico amplamente descrito em espécies da família Euphorbiaceae (Figura 9). Os deslocamentos químicos observados apresentaram excelente concordância com aqueles reportados para esse metabólito na literatura, permitindo a identificação dos principais grupos funcionais e centros estruturais da molécula (MAHATO; KUNDU, 1994; VOUTQUENNE et al., 1994). O sinal registrado em δ 79,0 ppm foi atribuído ao carbono C-3, característico de um carbono carbinólico ligado a um grupo hidroxila. Em triterpenos do tipo eufano e tirucalano, carbonos oxigenados secundários geralmente apresentam deslocamentos químicos entre δ 75 e 80 ppm devido ao efeito desblindante exercido pelo átomo de oxigênio diretamente ligado ao carbono (MAHATO; KUNDU, 1994). A presença desse sinal confirma a existência da função álcool no carbono C-3, característica estrutural marcante do euphol. Os sinais observados em δ 125,3 ppm e δ 130,9 ppm foram atribuídos aos carbonos olefínicos C-24 e C-25, respectivamente. Esses deslocamentos químicos são típicos de carbonos sp^2 presentes em ligações duplas alifáticas e indicam a presença da insaturação Δ_{24} na cadeia lateral da molécula. Segundo Voutquenne et al. (1994), a dupla ligação terminal presente no euphol produz sinais de RMN¹³C nessa faixa de deslocamento químico, constituindo um importante marcador estrutural para diferenciação desse composto em relação a outros triterpenos saturados encontrados em espécies do gênero *Euphorbia*. Além da insaturação na cadeia lateral, o espectro revelou um sinal em δ 134,1 ppm atribuído aos carbonos olefínicos localizados na região central do esqueleto tetracíclico (C-8/C-9). Carbonos quaternários envolvidos em sistemas insaturados apresentam normalmente deslocamentos químicos acima de δ 130 ppm em razão da menor densidade eletrônica ao redor do núcleo de carbono (DEWICK, 2009). Esse sinal reforça a presença de uma segunda região de insaturação

característica do esqueleto eufano e contribui significativamente para a confirmação estrutural do composto.

Os sinais observados em δ 50,1 ppm (C-17) e δ 49,9 ppm (C-14) correspondem a carbonos terciários localizados em junções de anéis do núcleo tetracíclico. Esses carbonos apresentam deslocamentos químicos relativamente elevados para carbonos saturados devido à influência estereoeletrônica decorrente da fusão dos anéis e da proximidade com centros substituídos da molécula (MAHATO; KUNDU, 1994). Valores semelhantes têm sido relatados para o euphol isolado de diferentes espécies de Euphorbiaceae, corroborando a atribuição proposta (VOUTQUENNE et al., 1994). A interpretação conjunta dos dados de RMN¹³C demonstra a presença dos principais elementos estruturais esperados para o euphol: um carbono carbinólico em C-3, uma dupla ligação na cadeia lateral envolvendo os carbonos C-24 e C-25, carbonos olefínicos adicionais no núcleo tetracíclico e carbonos terciários característicos das junções dos anéis. Quando analisados em conjunto com os dados de RMN¹H, especialmente os sinais correspondentes ao próton carbinólico H-3 e ao próton olefínico H-24, os resultados permitem confirmar de forma inequívoca a identidade do composto isolado como euphol (HASSAN et al., 2022). A caracterização estrutural do euphol possui grande relevância fitoquímica e farmacológica, uma vez que esse triterpeno é considerado um dos principais constituintes bioativos do látex de *Euphorbia tirucalli*. Diversos estudos têm demonstrado que o euphol apresenta atividades anti-inflamatória, antitumoral, imunomoduladora e antimicrobiana, tornando sua identificação importante para a compreensão das propriedades biológicas atribuídas à espécie (VASAS; HOHMANN, 2014; HASSAN et al., 2022).

Figura 9. Espectro de RMN de ^{13}C do Euphol.



Fonte: Os autores

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o látex de *Euphorbia tirucalli* possui expressiva atividade moluscicida contra *Biomphalaria glabrata*, evidenciada pela clara relação dose-dependente observada nos bioensaios. O extrato metanólico apresentou aumento progressivo da mortalidade dos moluscos com o incremento da concentração, alcançando 100% de mortalidade na concentração de 100 ppm após 24 horas de exposição. Esse comportamento confirma o elevado potencial biológico da espécie e evidencia a presença de metabólitos capazes de interferir significativamente na sobrevivência do hospedeiro intermediário da esquistossomose.

O fracionamento cromatográfico permitiu concentrar os constituintes biologicamente ativos em regiões específicas do perfil de eluição, destacando-se as frações H, I e J, que apresentaram os maiores índices de mortalidade, atingindo 92%, 100% e 85%, respectivamente. A elevada atividade observada nessas frações demonstra a eficiência do processo cromatográfico na concentração dos compostos responsáveis pelo efeito moluscicida e reforça a

importância do bioguiamento fitoquímico como ferramenta para a prospecção de substâncias bioativas de origem vegetal.

A caracterização estrutural dos constituintes majoritários por espectroscopia de RMN¹H e RMN¹³C permitiu identificar os triterpenos tetracíclicos tirucallol e euphol como importantes componentes do extrato. Os dados espectroscópicos obtidos apresentaram elevada concordância com aqueles descritos na literatura, confirmando a presença de carbonos carbinólicos, regiões olefínicas características e grupos metílicos típicos dos esqueletos tirucalano e eufano. A identificação desses metabólitos é particularmente relevante devido às diversas atividades biológicas atribuídas a essa classe de compostos, incluindo propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas, citotóxicas e antiparasitárias.

Os resultados sugerem que a atividade moluscicida observada está associada à ação conjunta dos triterpenos identificados e possivelmente de outros metabólitos terpênicos presentes nas frações mais ativas do látex. Dessa forma, *Euphorbia tirucalli* destaca-se como uma promissora fonte natural de substâncias bioativas com potencial aplicação no controle de *Biomphalaria glabrata*, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias alternativas e ambientalmente mais sustentáveis para o combate à esquistossomose.

Por fim, recomenda-se a realização de estudos adicionais envolvendo o isolamento dos constituintes presentes nas frações mais ativas, a avaliação da atividade moluscicida dos compostos purificados, investigações sobre os mecanismos de ação envolvidos e estudos ecotoxicológicos que permitam avaliar a segurança ambiental de futuras aplicações. Esses estudos poderão contribuir

para a valorização biotecnológica de *E. tirucalli* e para o desenvolvimento de novos agentes moluscidas de origem natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ZANBAGI, N. A.; BANNA, H. A.; SHAHAT, A. A. Molluscicidal activity of some Euphorbiaceae species. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 70, p. 119–125, 2000.

CARVALHO, O. S. et al. Schistosomiasis control in Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 51, p. 1–7, 2018.

DEWICK, P. M. *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2009.

FINNEY, D. J. *Probit Analysis*. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

GOMES, A. R.; SILVA, M. F. **Perfil fitoquímico e avaliação dos principais efeitos biológicos do látex de *Euphorbia tirucalli* L.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5893>. Acesso em: 9 jun. 2026.

HASSAN, A. et al. Chemical constituents and biological activities of *Euphorbia tirucalli* L. *Molecules*, v. 27, p. 1–25, 2022.

HOSTETTMANN, K.; MARSTON, A.; NDJOKO, K.; WOLFRAM, E. The potential of African plants as a source of drugs. *Current Organic Chemistry*, v. 4, p. 973–1010, 2000.

HOSTETTMANN, K.; MARSTON, A. *Twenty Years of Research into Medicinal Plants: Results and Perspectives*. *Phytochemistry Reviews*,

v. 1, p. 275–285, 2002.

HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ, E. F.; VIEIRA, P. C. *Princípios Ativos de Plantas Superiores*. São Carlos: EdUFSCar, 2003.

JARDINEIRO.NET. **Avelós - Euphorbia tirucalli**. Curitiba: Jardineiro.net, 2025. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/avelos-euphorbia-tirucalli.html>.

Acesso em: 9 jun. 2026.

LÓPEZ, J. A.; MARTÍNEZ, R. E. **Euphorbia tirucalli L. de especie ornamental a cultivo bioenergético en tierras marginales**. *Revista de Geografía*, v. 45, n. 2, p. 112-125, 2019.

MAHATO, S. B.; KUNDU, A. P. ¹³C NMR spectra of pentacyclic triterpenoids: a compilation and some salient features. *Phytochemistry*, v. 37, p. 1517–1575, 1994. Disponível em: <https://www.revistasipgh.org/index.php/regeo/article/view/512>.

Acesso em: 9 jun. 2026.

MELLO-SILVA, C. C. C.; VASCONCELLOS, M. C.; PINHEIRO, J.; RODRIGUES, M. L. Molluscicidal activity of plant extracts against *Biomphalaria glabrata*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 101, p. 87–90, 2006.

MENDES, N. M. et al. Screening of Brazilian medicinal plants for molluscicidal activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 106, n. 3, p. 356–361, 2011.

MENEZES, L. S. et al. Análise fitoquímica e potencial adaptativo da família Euphorbiaceae em regiões semiáridas brasileiras. **Revista**

Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 45-53, 2022.
Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/>. Acesso em: 9 jun. 2026.

MWINE, J. T.; VAN DAMME, P. Why do Euphorbiaceae tick as medicinal plants? *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 5, n. 5, p. 652-662, 2011.

RAND, G. M. *Fundamentals of Aquatic Toxicology*. 2. ed. Washington: Taylor & Francis, 1995.

SALEEM, H. *et al.* *Euphorbia* species latex: A comprehensive review on phytochemistry, traditional uses, and pharmacological activities. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, art. 1008881, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9583255/>. Acesso em: 9 jun. 2026.

SANTOS, A. F. *et al.* The lethality of *Euphorbia conspicua* to adults of *Biomphalaria glabrata*. *Bioresource Technology*, v. 98, p. 135-139, 2007.

SANTOS, T. M. *et al.* Riscos toxicológicos e dermatológicos no manejo de plantas ornamentais do gênero *Euphorbia*. **Anais de Toxicologia Clínica**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 201-209, 2021.

SEVERINO, L. S. *et al.* Bioactive compounds from Euphorbiaceae and their biological properties. *Industrial Crops and Products*, v. 37, p. 349-356, 2012.

SILVA, J. R. *et al.* Potencial farmacológico da *Euphorbia tirucalli* L.: uma revisão integrativa das ações antifúngica, antineoplásica, antioxidante e anti-inflamatória. **Revista Acadêmica Online**, v. 11, n. 34, p. 89-104, 2025.

SCHALL, V. T. et al. Molluscicidal activity of plant extracts against *Biomphalaria glabrata*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 93, supl. 1, p. 307–310, 1998.

WACZUK, E. P. et al. Aspectos toxicológicos e farmacológicos da *Euphorbia tirucalli* L.: dos riscos às possibilidades. **Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, v. 17, n. 1, p. 45-58, 2020. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/download/1931/1029/0>. Acesso em: 9 jun. 2026.

WHO. World Health Organization. Schistosomiasis Fact Sheet. Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Field use of molluscicides in schistosomiasis control programmes*. Geneva: WHO, 2017.

WAGNER, H.; BLADT, S. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*. Berlin: Springer, 2009.

ZANI, C. L. et al. Molluscicidal compounds from Euphorbiaceae species. *Phytochemistry*, v. 34, p. 89-95, 1993.

VASAS, A.; HOHMANN, J. Euphorbia diterpenes: isolation, structure, biological activity and synthesis. *Chemical Reviews*, v. 114, p. 8579–8612, 2014.

VOUTQUENNE, L.; LAVAUD, C.; MASSIOT, G.; MEN-OU, J. Triterpenes from *Euphorbia tirucalli*. *Phytochemistry*, v. 37, n. 5, p. 1299–1302, 1994.

¹ Possui graduação em Ciências com Habilitação em (Química e Biologia) - Faculdades de Ciências e Letras de Votuporanga (1987), mestrado em Ciências Farmacêuticas: Insumos e Medicamentos pela Universidade São Francisco (2003) e mestrado em Química com ênfase em Ensino de Química pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - IQ - UNESP (2009). Possui Doutorado em Química Orgânica de Produtos Naturais pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - IQ - UNESP - Campus de Araraquara. Foi coordenador do Curso de Química - Licenciatura da Universidade Brasil. Atualmente é docente da Universidade Brasil. Foi supervisor do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Brasil. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química de Produtos Naturais e Educação Química.

² Possui graduação em Química (Licenciatura com Atribuições Tecnológica pelo Centro Universitário de Votuporanga (1994), mestrado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2009) e mestrado em Ciências Farmacêuticas: Insumos e Medicamentos pela Universidade São Francisco (2003). Atualmente é professora - EE Libero de Almeida Silves, coordenadora pedagógica da Universidade Brasil, tem experiência na área de ensino aprendizagem em Química, com ênfase em atuando principalmente nos seguintes temas: atividade antimicrobiana, controle de qualidade, identificação de princípios ativos, análise cromatográfica e abordagem fitoquímica.