

EFEITO ALELOPÁTICO E MOLUSCICIDA DE AMORA (*Morus rubra* L.)¹

ANA CRISTINA MENDES MIRANDA², ARIELLY SOUZA BATISTA³, GRASIELLE SOARES GUSMAN⁴, SILVANE VESTENA^{5*}

RESUMO - Metabólitos secundários produzidos em algumas plantas podem provocar alterações no desenvolvimento de outras plantas ou até mesmo de outros organismos. O objetivo deste trabalho foi identificar possíveis efeitos alelopáticos e controle biológico de *Achatina fulica* Bowdich com extratos aquosos de folhas de *Morus rubra* L. Para a obtenção do extrato aquoso foram utilizadas folhas previamente secas na concentração de 1g 10 mL⁻¹. Foram testadas cinco concentrações do extrato aquoso (10; 30; 50; 70 e 100%) e comparadas com controle (0,0%), água destilada. Os extratos aquosos de *M. rubra* evidenciaram potencialidades alelopáticas sobre a germinação das sementes e no crescimento da parte aérea e do sistema radicular das espécies testadas, sendo que a redução na germinação e no crescimento inicial aumentou com o aumento das concentrações dos extratos aquosos utilizados e, no controle biológico, apenas na massa final de *A. fulica*. Os resultados indicaram a existência de efeito alelopático, mas não de moluscicida de *M. rubra*.

Palavras-chave: *Achatina fulica*. *Morus rubra*. Alelopatia.

ALLELOPATHIC AND MOLLUSCICIDE EFFECT OF MULBERRY (*Morus rubra* L.)

ABSTRACT - Secondary metabolite produced in some plants can provoke alterations in the development of other plants or even other organisms. The aim of this paper was to identify possible allelopathic effects and biologic control of *Achatina fulica* Bowdich with aqueous extracts of *Morus rubra* L. leaves. For obtaining the aqueous extract, we used previously dried leaves in concentration of 1g 10 mL⁻¹. Five concentrations of each aqueous extract were tested (10, 30, 50, 70 and 100%) and compared to control (0.0%), distilled water. The aqueous extracts of *Morus rubra* showed up allelopathic potentialities on the seed germination and in the growth of the shoot and the root system of the tested species, considering that the reduction in the germination and initial growth increased with the rising of the aqueous extracts concentrations used and, in the biologic control, only in the final mass of *A. fulica*. The results indicated the existence of allelopathic effect, but not molluscicide of *M. rubra*.

Keywords: *Achatina fulica*. *Morus rubra*. Allelopathy.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 27/01/2011; aceito em 23/08/2011.

²Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Departamento de Química, av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa - MG; anacmmiranda@yahoo.com.br

³Faculdade de Minas, Laboratório de Bioquímica, av. Cristiano Ferreira Varella, 655, 36800-000, Muriaé - MG; ariellysouza@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia Geral, av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa - MG; grasiellegusman@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal do Pampa (Campus São Gabriel), Laboratório de Bioquímica, av. Antônio Trilha, 1847, 97300-000, São Gabriel - RS; svestena@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O processo alelopático já foi citado por diversos autores ao longo dos anos e atualmente é definido pela *International Allelopathy Society* como processo que envolve a produção de metabólitos secundários por plantas e microrganismos que influenciam no crescimento e no desenvolvimento de sistemas biológicos com efeitos positivos e negativos, quando liberados no meio ambiente (DIAS et al., 2005; SOUZA et al., 2006).

Os efeitos da alelopatia são mediados por substâncias pertencentes a diferentes categorias de compostos secundários, derivados da rota do acetato ou do chiquimato ou da combinação destas (DIAS et al., 2005; WANDSCHEER; PASTORINI, 2008). Esses efeitos interferem na conservação, dormência e germinação das sementes, no crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas, podendo também influenciar a competição entre espécies. Dentre esses compostos, alguns estão se revelando como herbicidas naturais, livres dos efeitos prejudiciais dos herbicidas sintéticos (DIAS et al., 2005; SANTOS et al., 2009), podendo oferecer novas e excelentes oportunidades para diversificar o controle de plantas invasoras na agricultura e no controle biológico de pragas (moluscicida) (MACEDO et al., 2007; GUERRA et al., 2009). Tal opção reduzindo ou eliminando a contaminação do ambiente, preservando os recursos naturais e garantindo o oferecimento de produtos agrícolas com alta qualidade desprovidos de resíduos contaminantes (SOUZA FILHO et al., 2005; WANDSCHEER; PASTORINI, 2008).

No Brasil, um caso de invasão atual e comum a muitos municípios do país, é o caramujo gigante africano *Achatina fulica* Bowdich (Gastropoda: Pulmonata). O molusco é considerado uma das cem piores espécies exóticas invasoras do planeta (SIMIÃO; FISCHER, 2004), sendo que, nas áreas onde foi introduzido, se tornou um sério problema ambiental e econômico, devido à competição por alimento e espaço com a fauna nativa e à destruição de cultivos agrícolas (TELES; FONTES, 2002; FISCHER et al., 2006). A espécie também é considerada um problema de saúde pública, devido à potencialidade de ser hospedeira de duas espécies de nematóides (*Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes e *Angiostrongylus cantonensis* Chen.) causadores da angiostrongilíase. Atualmente, ocorre em populações elevadas na área urbana de vários municípios de 23 estados, tendo sido encontrado em diversas áreas da Região Sudeste do Brasil (VASCONCELLOS; PILE, 2001), especialmente, Minas Gerais. Com isso, dados os problemas associados à disseminação de *A. fulica*, o estudo sobre a espécie torna-se importante para o aprimoramento e desenvolvimento de técnicas de controle da mesma, visando à diminuição dos riscos à saúde pública, além dos prejuízos à agricultura e ao

meio ambiente (TELES; FONTES, 2002; THIENGO et al., 2007). Para tal é essencial o monitoramento da espécie assim como estudos contínuos de controle.

Assim, a utilização de extratos aquosos vegetais provenientes de espécies locais, é uma boa alternativa no controle biológico desta espécie invasora. Com isso, com a possibilidade de encontrar espécies vegetais com atividade de herbicida natural e moluscicida, realizou-se este estudo com o objetivo de verificar o efeito de folhas secas de *Morus rubra* L. (amora), família Moraceae, no controle biológico de *A. fulica* e o potencial alelopático sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de hortaliças cultivadas na região da zona da mata mineira, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Minas (FAMINAS), Muriaé, MG. Para a realização dos experimentos foram utilizadas folhas secas de *M. rubra* obtidas no município de Viçosa, MG.

Para a obtenção do extrato aquoso de *M. rubra* foram utilizadas folhas secas na concentração de 1 g 10 mL⁻¹ (peso/volume) e trituradas em um moino tipo willey. A mistura foi deixada em repouso por 48 horas na geladeira (5 ° ± 1 °C), sendo, após, filtrada em funil-de-büchner, por duas vezes, usando-se papel filtro qualitativo. O extrato foi diluído em seis concentrações diferentes (10, 30, 50, 70, 90 e 100%) e utilizado água destilada como tratamento controle, sendo que para a concentração de 100% foi utilizado o “extrato puro”.

Para a realização dos bioensaios de germinação foram utilizadas sementes de mostarda (*Brassica campestris* L.), repolho (*Brassica oleracea* L. cv. capitata), brócolis (*Brassica oleracea* L. cv. italica), couve (*Brassica pekinensis* L.), alface (*Lactuca sativa* L. cv. grand rapids), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), nabo (*Brassica rapa* L.), rúcula (*Eruca sativa* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e couve-flor (*Brassica oleracea* L. cv. botrytis), sendo algumas dessas espécies indicadoras dos efeitos potencialmente alelopáticos. Foram efetuados testes preliminares em laboratório para verificação da viabilidade e do vigor da germinação das sementes. Para os testes de germinação foram utilizadas placa-de-petri esterilizadas de 9 cm de diâmetro, forradas com dois discos de papel-filtro, sendo umedecidas com 7 mL de água destilada (controle) ou do extrato aquoso. Dez sementes das espécies cultivadas por placa-de-petri com cinco repetições constituíram a unidade experimental. O experimento foi mantido em câmara de germinação tipo BOD com temperatura e luminosidade controladas (25 ± 2°C, 230 µmoles m⁻² s⁻¹), sob fotoperíodo de 16/8 horas luz/escuro. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protu-

são radicular (BRASIL, 1992). Foram coletados os seguintes dados: índice de velocidade de germinação (IVG) – contagem diária das sementes germinadas pelo período de 10 dias (MAGUIRE, 1962). Comprimento da parte aérea e da raiz – após 10 dias foram coletadas a parte aérea e as raízes de 10 plântulas por repetição de cada concentração e com auxílio do paquímetro foram medidas em centímetros. Anormalidades e mortalidade – em cada repetição foram avaliadas plantas anormais e a mortalidades das sementes. Dado expresso em percentual.

Para a realização dos bioensaios da atividade moluscicida, o extrato aquoso, na concentração de 1 g 10 mL⁻¹ (peso/volume), foi diluído em cinco concentrações diferentes (10, 30, 50, 70 e 100% (volume/volume)) e utilizado água destilada como tratamento controle, sendo que para a concentração de 100% foi utilizado o “extrato puro”. Foram utilizados 10 ovos após a ovoposição e 10 moluscos após dois dias de eclosão em três repetições. O experimento foi borrifado a cada dois dias com 5 mL

(vinte borrifadas) dos extratos aquosos, sendo o mesmo mantido por um período de 15 dias. Foram obtidas a taxa de eclosão, a taxa de sobrevivência e a massa fresca inicial e final, representando o crescimento (NASCIMENTO et al., 2006).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado para todos os parâmetros analisados e os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (BEIGUELMAN, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de realizado o experimento, observouse que os extratos aquosos de *M. rubra* reduziram e/ou inibiram a germinação de todas as espécies testadas, sendo que a redução foi intensificada com o aumento das concentrações dos extratos aquosos utilizados (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de *Morus rubra* L.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	100 a	96 a	94 a	82 ab	64 b	14 c	12 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. botrytis	100 a	100 a	86 a	58 b	58 b	58 b	26 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. capitata	100 a	90 a	86 ab	70 bc	54 cd	44 d	22 e
<i>Brassica oleracea</i> cv. italica	92 a	82 a	80 ab	70 b	48 c	46 c	42 c
<i>Brassica pekinensis</i>	96 a	90 a	82 ab	66 bc	62 c	50 c	30 d
<i>Brassica rapa</i>	96 a	76 b	74 b	30 c	0 d	0 d	0 d
<i>Eruca sativa</i>	90 a	62 b	42 c	38 c	2 d	0 d	0 d
<i>Lactuca sativa</i> cv. grand rapids	100 a	86 ab	50 c	22 d	0 e	0 e	0 e
<i>Lycopersicum esculentum</i>	94 a	88 a	68 b	60 b	20 c	20 c	6 d
<i>Raphanus sativus</i>	100 a	100 a	72 b	64 bc	62 bc	58 c	36 d

As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Verificaram-se inibição no percentual de germinação de sementes de *L. sativa* e de *B. rapa* a partir da concentração de 70% e para a *E. sativa* nas mais altas concentrações (90 e 100%). Já para as outras espécies observaram-se apenas redução neste parâmetro, sendo para *L. esculentum* e *R. sativus* redução a partir de 30%; para *B. pekinensis*, *B. oleracea* cv. botrytis, *B. oleracea* cv. capitata e *B. oleracea* cv. italica a partir de 50% e, para *B. campestris* a partir de 70%, quando comparado ao controle, sendo assim, consideradas as mais tolerantes aos extratos aquosos de *M. rubra* (Tabela 1).

O crescimento inicial das plântulas de todas as espécies cultivadas foi afetado em presença dos extratos aquosos de *M. rubra* com redução e/ou inibição completa deste parâmetro, sendo que a redução foi intensificada com o aumento das concentrações dos extratos utilizados (Tabelas 2 e 3).

O comprimento radicular e da parte aérea de *L. sativa*, *B. rapa* e *E. sativa* foi completamente inibido a partir da concentração de 70%, sendo que, para as plântulas de *B. campestris* ocorreu inibição nas duas últimas concentrações utilizadas (90 e 100%) e para *L. esculentum*, o comprimento radicular e da parte aérea foi inibido na mais alta concen-

Tabela 2. Comprimento radicular (cm) de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de *Morus rubra* L.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	4,9 a	4,8 a	2,0 b	1,0 c	0,3 d	0,0 d	0,0 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. botrytis	5,1 a	4,0 b	1,4 c	1,1 c	0,8 c	0,8 c	0,0 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. capitata	5,4 a	5,2 a	2,6 b	1,0 c	0,2 d	0,2 d	0,1 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. italica	5,2 a	2,3 b	2,1 b	0,5 c	0,5 c	0,1 d	0,1 d
<i>Brassica pekinensis</i>	5,7 a	3,6 b	1,5 c	0,5 d	0,2 de	0,0 e	0,0 e
<i>Brassica rapa</i>	6,7 a	1,0 b	0,7 c	0,2 d	0,0 d	0,0 d	0,0 d
<i>Eruca sativa</i>	2,3 a	0,9 b	0,3 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. grand rapids	1,5 a	1,4 a	0,4 b	0,2 bc	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Lycopersicum esculentum</i>	4,7 a	2,2 b	1,4 c	1,3 c	0,2 d	0,2 d	0,0 d
<i>Raphanus sativus</i>	7,0 a	5,3 b	2,8 c	1,4 d	1,3 d	0,6 d	0,1 e

As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Comprimento da parte aérea (cm) de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de *Morus rubra* L.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	3,6 a	2,8 ab	2,8 ab	2,5 b	0,5 c	0,0 d	0,0 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. botrytis	4,6 a	3,5 a	3,4 a	1,5 b	1,5 b	1,5 b	0,2 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. capitata	3,0 a	3,0 a	2,6 ab	2,0 b	0,8 c	0,5 cd	0,3 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. italica	3,2 a	3,1 a	2,8 a	1,4 b	1,4 b	0,5 c	0,4 c
<i>Brassica pekinensis</i>	3,4 a	2,8 a	2,7 a	1,3 b	0,5 c	0,4 c	0,2 c
<i>Brassica rapa</i>	2,4 a	2,3 a	1,3 b	0,7 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Eruca sativa</i>	1,7 a	1,2 a	0,6 b	0,3 bc	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. grand rapids	0,7 a	0,7 a	0,3 b	0,2 bc	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Lycopersicum esculentum</i>	3,6 a	2,8 a	1,1 b	1,0 b	0,2 c	0,2 c	0,0 c
<i>Raphanus sativus</i>	4,1 a	3,5 ab	2,2 b	1,6 bc	1,1 c	0,7 c	0,2 d

As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

tração utilizada (100%). O crescimento inicial da parte aérea das plântulas de *B. pekinensis*, *B. oleracea* cv. capitata, *B. oleracea* cv. botrytis e *B. oleracea* cv. italica também sofreram efeito alelopático dos extratos aquosos de *M. rubra*, sendo reduzido a partir da concentração de 50%, quando comparado ao controle; enquanto que, *R. sativus* teve seu crescimento reduzido a partir da concentração de 30%, quando comparado ao controle. O crescimento inicial do sistema radicular foi mais afetado em presença dos extratos aquosos de *M. rubra*, sendo que para *B. pekinensis*, *B. oleracea* cv. italica, *R. sativus* e *B.*

oleracea cv. botrytis a redução foi iniciada a partir da concentração de 10%, quando comparado ao controle, enquanto que para *B. pekinensis* nas concentrações de 90 e 100% não se observou crescimento; enquanto que, para o sistema radicular de *B. oleracea* cv. capitata, a redução foi observada a partir da concentração de 30%, quando comparado ao controle.

Como observado no estudo e demonstrado por vários pesquisadores, a estrutura vegetal mais afetada por extratos aquosos de espécies consideradas alelopáticas é o sistema radicular, sendo a estrutura

que primeiro mantém contato com o extrato, ao contrário da parte aérea, que apresenta reservas para a manutenção do metabolismo, presentes no endosperma e nos cotilédones (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Pereira et al. (2008) relataram em seus estudos que o crescimento da raiz é mais sensível aos efeitos fitotóxicos dos compostos em baixas concentrações quando comparado a germinação ou o crescimento do hipocótilo e, para acrescentar, Hoffmann et al. (2007), também enfatizam que em concentrações moderadas, ocorre um atraso na germinação e, em concentrações altas, pode ocorrer inibição significativa tanto no comprimento do hipocótilo quanto da radícula, observado também no presente estudo.

Em todos os tratamentos com extratos de *M. rubra* foram registradas anormalidades, principal-

mente, no sistema radicular, com raízes primárias mais espessas, com mais pêlos absorventes em relação ao controle e nas concentrações a partir de 30%, para algumas espécies, as raízes apresentaram-se atrofiadas, defeituosas, curtas e desproporcionais em relação às outras estruturas da planta. Ainda, para algumas espécies, os extratos aquosos provocaram oxidação ou necrose nas raízes (Tabela 4). Esses dados também foram encontrados em outros estudos de alelopatia (JACOBI; FERREIRA, 1991; MEDEIROS; LUCCHESI, 1993; ÁQUILA, 2000; GATTI et al., 2004; MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2006; BELINELO et al., 2009).

Tabela 4. Porcentagem média de plântulas com anormalidade e mortalidade cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de *Morus rubra* L.

Espécie vegetal		Concentração do extrato (%)						
		0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	(Anormalidade)	-	-	52	76	94	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	100	100
<i>Brassica oleracea</i> cv. botrytis	(Anormalidade)	-	18	78	78	81	83	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	100
<i>Brassica oleracea</i> cv. capitata	(Anormalidade)	-	-	22	77	100	100	100
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brassica oleracea</i> cv. italica	(Anormalidade)	-	24	33	90	90	100	100
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brassica pekinensis</i>	(Anormalidade)	-	12	42	62	70	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	100	100
<i>Brassica rapa</i>	(Anormalidade)	-	50	67	93	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Eruca sativa</i>	(Anormalidade)	-	22	72	-	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	100	100	100	100
<i>Lactuca sativa</i> cv. grand rapids	(Anormalidade)	-	-	25	86	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Lycopersicon esculentum</i>	(Anormalidade)	-	12	26	28	94	94	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	100
<i>Raphanus sativus</i>	(Anormalidade)	-	10	32	35	46	87	100
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	-

A presença de anormalidades em raízes parece ser uma boa característica para registro de anormalidade de plântula, pois este órgão é mais sensível à ação alelopática que a parte aérea (PIRES; OLIVEIRA, 2001). A avaliação da anormalidade das plântulas é instrumento valioso nos experimentos de alelopatia e a necrose da radícula é o sintoma mais comum da anormalidade. Compostos químicos que muitas vezes apresentam efeito alelopático também podem ter efeitos genotóxicos e mutagênicos (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2006).

Com os extratos de *M. rubra*, o índice de velocidade de germinação (IVG) também diminuiu com o aumento das concentrações utilizadas para todas as espécies testadas. Esta variável foi afetada na concentração de 10% para a maioria das espécies, exceto para *B. oleracea* cv. capitata, *B. pekinensis* e

B. rapa onde o IVG foi diminuído a partir da concentração de 30% (Tabela 5).

Nos estudos alelopáticos, a germinabilidade (índice final de sementes germinadas) é um índice muito usado, embora não demonstre outros aspectos do processo de germinação, como atrasos, já que envolve apenas resultados finais, ignorando períodos de germinação inativa no decorrer do bioensaio (CHIAPUSIO et al., 1997). Segundo Ferreira e Áquila (2000), muitas vezes, o que se observa são efeitos significativos de extratos sobre o IVG (Tabela 5) e nenhuma diferença na germinabilidade, em relação ao controle (Tabela 1), sendo que nos bioensaios realizados, com a maioria das espécies testadas, foi encontrado efeito alelopático tanto na germinação como no IVG.

É importante salientar que o poder inibitório de extratos de plantas sobre outras plantas, verificada

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de *Morus rubra* L.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	9,8 a	7,2 b	7,0 b	6,3 b	4,0 c	2,4 c	1,3 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. botrytis	9,2 a	7,5 b	6,4 b	5,0 c	3,2 d	3,0 d	1,7 e
<i>Brassica oleracea</i> cv. capitata	8,6 a	8,3 a	7,0 b	5,3 c	4,1 d	2,8 e	1,2 f
<i>Brassica oleracea</i> cv. italica	8,1 a	5,8 b	4,7 b	3,3 c	3,0 c	2,5 c	1,8 c
<i>Brassica pekinensis</i>	9,3 a	8,8 a	5,5 b	4,0 c	3,8 c	3,3 cd	2,6 d
<i>Brassica rapa</i>	8,9 a	8,7 a	7,6 b	7,2 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c
<i>Eruca sativa</i>	7,8 a	5,1 b	4,8 bc	4,0 c	3,8 c	0,0 d	0,0 d
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	7,7 a	5,0 b	4,2 c	3,4 d	0,0 e	0,0 e	0,0 e
<i>Lycopersicum esculentum</i>	9,4 a	9,0 b	7,1 c	6,8 d	4,3 d	3,9 d	2,1 d
<i>Raphanus sativus</i>	9,6 a	8,0 b	8,0 b	5,0 c	4,7 c	2,0 d	1,8 d

As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Efeito do extrato aquoso de folhas secas de *Morus rubra* L. no controle biológico de *Achatina fulica* Bowdich.

Concentração (%)	Eclôsões (%)	Sobrevivência (%)	Massa Final (g)
0	90,0 a	71,9 a	1,166 a
10	83,3 a	76,0 a	1,159 a
30	90,0 a	72,9 a	1,160 a
50	86,6 a	71,5 a	0,855 ab
70	83,3 a	80,0 a	0,662 b
100	80,0 a	79,1 a	0,145 c

As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

por meio de ensaios de laboratório, não indica necessariamente a ocorrência de efeitos alelopáticos sob condições de campo. Uma parte essencial da alelopátia é o movimento do agente alelopático potencial no solo. A natureza química desses produtos é muito diversa e alguns só atuam quando em presença de outros, em combinações e proporções específicas, sendo difícil distinguir e identificar os efeitos individuais, devido à complexidade biológica do processo (BRUSTOLIN; CORTEZ et al., 2000; BELINELO et al., 2009).

Os aleloquímicos podem desempenhar um papel significativo no padrão de vegetação e nas variações em microescala no ambiente químico do solo, tais como aquelas causadas pela decomposição de resíduos vegetais e liberação de metabólitos secundários, que seriam importantes para a germinação e estabelecimento de sementes individuais (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2006) e, possivelmente, no controle biológico de pragas.

Uma das principais características que favorecem o uso de produtos naturais moluscicidas é a sua biodegradabilidade e baixa toxicidade à biota. Na visão atual do controle do hospedeiro intermediário, o uso de substâncias de origem vegetal, principalmente de plantas nativas da região, é bem aceito pelas populações de áreas endêmicas onde a medicina tradicional já emprega espécies vegetais. De fato, o estudo de substâncias moluscicidas de origem vegetal praticamente se restringe às espécies de moluscos aquáticos, porém pode representar uma alternativa importante no controle de moluscos terrestres (SÁ BARRETO et al., 2007).

Assim, no presente estudo, foi verificado que os extratos aquosos de folhas de *M. rubra* não afetaram a eclosão dos ovos de *A. fulica* e a sobrevivência dos indivíduos da espécie desse molusco terrestre, sendo apenas afetada a taxa de crescimento (massa final) obtida após 15 dias de tratamento desses indivíduos. Para este último parâmetro ocorreu redução na massa final com o aumento das concentrações dos

extratos aquosos de *M. rubra* utilizados. Redução esta de aproximadamente 10 vezes na concentração mais alta (100%), quando comparado ao tratamento controle (Tabela 6).

Segundo Raut e Barker (2002), a invasão de *A. fulica* em áreas naturais apresenta um processo inicial de herbivoria das plantas nativas, seguido pela alteração do sistema ecológico natural, supressão das espécies de moluscos nativos (competição por espaço, como: sítio de repouso e postura de ovos e por alimento) e, por fim, contribui para o estabelecimento de outras espécies invasoras (COLLEY; FISCHER, 2009).

Colley e Fischer (2009) ressaltam que as tecnologias para combater as espécies exóticas invasoras ainda são rudimentares. Esta afirmação é corroborada por estudos que apontam a coleta manual de animais e ovos como uma das principais alternativas de controle para *A. fulica*, embora seja a medida mais trabalhosa e cara e, em alguns casos pouco eficientes (BYERS et al., 2002; COWE; ROBINSON, 2003). O sucesso no controle e erradicação de *A. fulica* após o seu estabelecimento é raro. Um exemplo de sucesso ocorreu em Miami, EUA, em que uma população em fase inicial de estabelecimento composta por 18.000 indivíduos foi erradicada após seis anos de trabalho, envolvendo coleta manual por profissionais capacitados, iscas com veneno e extensiva campanha educativa com alto investimento (COLLEY; FISCHER, 2009).

Muitas são as espécies de plantas tropicais apontadas na literatura como possuidoras de substâncias moluscicidas. Podem ser citadas espécies das famílias Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Phytolacaceae, Sapindaceae e Solanaceae. Tão diversos como as espécies que as produzem, são os produtos naturais moluscicidas. Dentre essas substâncias tóxicas para moluscos encontram-se alcalóides, saponinas triterpenóides, sesquiterpenóides, derivados fenólicos (MARSTON; HOSTETTMAN, 1985; RUG; RUPPEL, 2000; SANTOS et al., 2009). Nascimento et al. (2006) trabalhando com três espécies de Euphorbiaceae (*Euphorbia milii* des Moul. var. *splendens* (Bojer ex Hook) Ursch & Leandri, *E. cotinifolia* L. e *E. tirucalli* L.) relatou que apenas *E. milii* exibiu atividade moluscicida elevada sobre *Leptinaria unilamellata* D'Orbigny, um molusco gastrópode considerado uma praga de hortaliças e hospedeiro intermediário de helmintos patogênicos para espécies de aves e de mamíferos. Também, Bomfim et al. (2002) observaram que extrato etanólico de frutos de pimenta (*Capsicum baccatum* L.) é altamente tóxico a *Biomphalaria glabrata* Say, molusco que está comumente associado à vasta distribuição e à alta morbidade no Brasil, pois é o hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. Contrário do encontrado por Nascimento et al. (2006), Pereira et al. (1978) observaram elevada toxidez do extrato hexânico das folhas de *E. cotinifolia* sobre *B. glabrata*, obtendo efeito moluscicida em concentrações de 2,5 e 5,0

ppm para animais adultos, sendo que o este extrato hexânico de *E. cotinifolia* provocou hemorragia intensa em 24 horas e após 48 horas todos animais já haviam morrido.

Constata-se que estratégias de controle são desenvolvidas para se eliminar gastrópodes aquáticos e terrestres em diferentes regiões tropicais onde helmintoses transmitidas pelos mesmos são endêmicas. Frequentemente, tais esforços fracassam devido a diversas limitações tais como a ineficácia da substância utilizada no controle químico e/ou do método de aplicação, a resistência do molusco e/ou sua capacidade de escape, assim como a ineficácia do moluscicida devido a fatores ligados ao comportamento e padrão sanitário da população de uma determinada região (NASCIMENTO et al., 2006; MACEDO et al., 2007). Macedo et al. (2007) realizaram pesquisas mostrando o emprego de extratos de plantas moluscicidas ou substâncias isoladas das mesmas como alternativas viáveis no controle de vetores causadores de esquistossomose, não sendo verificado com o presente estudo, podendo ser uma alternativa no controle de *A. fulica*.

CONCLUSÕES

Os extratos aquosos de folhas secas de *M. rubra* evidenciam potencialidades alelopáticas no índice de velocidade de germinação, no percentual de germinação e o crescimento inicial das hortaliças testadas, principalmente no comprimento radicular, sendo que o sistema radicular apresenta anormalidades e muitas vezes mortalidade em presença dos extratos aquosos nas mais altas concentrações utilizadas;

Os extratos aquosos não interferem na eclosão dos ovos e na sobrevivência de *A. fulica*, mas diminuem significativamente a massa final dos indivíduos dessa espécie, não sendo indicado no controle desta espécie de molusco exótica.

REFERÊNCIAS

- ÁQUILA, M. E. A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia** (Série Botânica), Porto Alegre, v. 53, n. 1, p. 51-66, 2000.
- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. 5.ed. Ribeirão Preto: Funpec, 2002. 274 p.
- BELINELO, V. J. et al. potencial fitotóxico de *Pterodon polygalaeiflorus* Benth (Leguminosae) sobre *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze e *Senna occidentalis* (L.) Link. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 108-115, 2009.

- BOMFIM, T. C. B. et al. Toxidez seletiva do extrato bruto de *Capsicum baccatum* L. sobre *Biomphalaria glabrata* Say e *Biomphalaria tenagophila* D'Orbigny. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 55-59, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BRUSTOLIN, A.; CORTEZ, D. A. G. Avaliação da atividade moluscicida da *Gymnema sylvestre* R. BR. **Acta Scientiarum**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 605-608, 2000.
- BYERS, J. E. et al. Directing research to reduce the impacts of nonindigenous species. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 630-640, 2002.
- CHIAPUSIO, G. et al. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process? **Journal of Chemical Ecology**, v. 23, n. 11, p. 2445-2453, 1997.
- COLLEY, E.; FISCHER, M. L. Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 4, p. 674-683, 2009.
- COWE, R. H.; ROBINSON, D. G. Pathways of introduction of nonindigenous land and freshwater snails and slug. In: RUIZ, G.; CARLTON, J. T. (Ed.). **Invasive species: vectors and management strategies**. Washington: Island Press, 2003. p. 93-122.
- DIAS, J. F. G. et al. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 220-223, 2005.
- FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao avançado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.
- FISCHER, M. L. et al. O caramujo exótico invasor na vegetação nativo em Morretes, PR: diagnóstico da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa Aluvial. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2006.
- GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.
- GUERRA, A. M. N. M. de. Atividade inseticida de plantas medicinais sobre o *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 146-150, 2009.
- HOFFMANN, C. E. F. et al. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agrovetenárias**, Lages, v. 6, n. 1, p. 11-21, 2007.
- JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) O. K. sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 935-943, 1991.
- MACEDO, F. M. et al. Triagem fitoquímica do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1166-1168, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.
- MARSTON, A.; HOSTETTMANN, K. Plant molluscicides. **Phytochemistry**, v. 24, n. 4, p. 639-652, 1985.
- MEDEIROS, A. R. M.; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 9-14, 1993.
- NASCIMENTO, C. A. A. do. Efeito do extrato aquoso de folhas de *Allamanda cathartica* L. (Apocynaceae) sobre *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Bradybaenidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, n. 1, p. 77-82, 2006.
- PEREIRA, J. P.; SOUZA, C. P.; MENDES, N. M. Propriedades moluscicidas da *Euphorbia cotinifolia* L. **Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 345-351, 1978.
- PEREIRA, B. F.; SBRISIA, A. F.; SERRAT, B. M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfa-

- fa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 561-564, 2008.
- PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: **Agropecuária**, 2001. cap. 5, p. 145-185.
- RAUT, K.; BARKER, G. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In: BARKER, G. M. (Ed.). **Mollusks as croup pest**. London, UK: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.
- RUG, M.; RUPPEL, A. Toxic activities of the plant *Jatropha curcas* against intermediate snail hosts and larvae of schistosomes. **Tropical Medicine & International Health**, v. 5, n. 6, p. 423-430, 2000.
- SÁ BARRETO, L. C. et al. Atividade moluscicida de extrato de aucubina de *Vitex gardneriana* Schauer (Verbenaceae) em embriões da *Biomphalaria glabrata* Latin. **American Journal of Pharmacy**, v. 26, n. 3, p. 339-343, 2007.
- SANTOS, A. B. S. da. et al. Efeito fungitóxico do óleo de nim sobre *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* E *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 17-22, 2009.
- SIMIÃO, M. S.; FISCHER, M. L. Estimativa e interferência do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Stylommatophora; Achatinidae) em pontal do Paraná, litoral do Estado do Paraná. **Cadernos de Biodiversidade**, Curitiba, v. 4, p. 74-83, 2004.
- SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parka pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 565-573, 2005.
- SOUZA, L. S. et al. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.
- TELES, H. M. S.; FONTES, L. R. Implicações da introdução e dispersão de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 no Brasil. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 3-5, 2002.
- THIENGO, S. C. et al. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brazil. **Biological Invasions**, v. 9, n. 6, p. 1-10, 2007.
- VASCONCELLOS, M. C.; PILE, E. Occurrence of *Achatina fulica* in the Vale do Paraíba, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 582-584, 2001.
- WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008.