

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO E HIDROALCOÓLICO DE FOLHAS DE *Melia azedarach* L. (Meliaceae) SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES CULTIVADAS E INVASORAS

Evelin Maria Müller¹, Adriana Helena Walerius², Juliete Gomes de Lara de Souza² e Andréa Maria Teixeira Fortes¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Laboratório de Fisiologia Vegetal, Campus de Cascavel. Rua Universitária 2069, CEP: 85819-110 Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR.

E-mail: evelinmuller.bio@hotmail.com, andrea.fortes@unioeste.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Laboratório de Biotecnologia Agrícola, Campus de Cascavel. Rua Universitária 2069, CEP: 85819-110 Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR.
adrianahelenawalerius@gmail.com, julietz@hotmail.com

RESUMO: O picão-preto (Bidens pilosa L.) e o leiteiro (Euphorbia heterophylla L.) são consideradas invasoras e causadoras de perdas na agricultura. O principal método de controle é químico, porém este apresenta elevado impacto ambiental, e riscos de intoxicação humana. O trabalho objetivou verificar o potencial alelopático de diferentes extratos de folhas de Melia azedarach L. (Meliaceae) sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das espécies-receptoras Lactuca sativa, Zea mays, Bidens pilosa e Euphorbia heterophylla L. O extrato aquoso foi preparado na concentração de 5% e 10% e o extrato hidroalcoólico na concentração de 30%. O extrato aquoso apresentou influência negativa sobre todos os parâmetros avaliados nas diferentes espécies, com exceção para a porcentagem de germinação do milho. O extrato hidroalcoólico apresentou atividade inibitória apenas na germinação para todas as espécies-receptoras. Os bioensaios realizados em laboratório demonstraram que os extratos de folhas de Melia azedarach L. apresentam possível efeito alelopático negativo sobre as espécies estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia, Euphorbia heterophylla L., Lactuca sativa.

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF HYDROALCOHOLIC AND AQUEOUS EXTRACTS OF LEAVES OF *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ON THE GERMINATION AND EARLY DEVELOPMENT OF CULTIVATED SPECIES AND INVASIVES.

ABSTRACT: Bidens pilosa L. and Euphorbia heterophylla L. they are considered invasive and causing losses in agriculture. The main method of control is the chemical, but this has a high environmental impact and risk of human intoxication. This study aimed to verify the allelopathic potential of different extracts of Melia azedarach L. leaves on the germination and initial development of Lettuce, Maize, Bidens pilosa and Euphorbia heterophylla. The aqueous extract was prepared at a concentration of 5% to 10% and the hydroalcoholic extract at a concentration of 30%. The aqueous extract has a negative influence on all parameters evaluated in different species, with exception to the percentage of germination of Maize. The hydroalcoholic extract showed inhibitory activity only in germination in all species-receptors. The bioassay conducted in the laboratory showed that different extracts of Melia azedarach L. leaves have allelopathic potential negative effect on the species studied.

KEYWORDS: Allelopathy, Euphorbia heterophylla L., Lactuca sativa.

INTRODUÇÃO

O termo alelopatia é utilizado para definir o fenômeno onde uma espécie vegetal libera substâncias químicas (aleloquímicos) que podem interferir no crescimento e desenvolvimento de outras plantas, podendo variar em concentração, composição e distribuição na planta. Os efeitos de aleloquímicos podem ser analisados por meio de testes de germinação e desenvolvimento inicial de plantas (Tur et al., 2012). Essas substâncias podem pertencer a diferentes categorias de compostos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, poliacetilenos, ácidos graxos e peptídeos (Periotto et al., 2004).

Em decorrência da eminente necessidade de aumentar a produção de alimentos, devido à demanda gerada com o aumento da população, a prática de atividades agrícolas sustentáveis em relação ao meio ambiente, é de suma importância no cenário atual, uma vez que a descoberta de substâncias alelopáticas pode servir de base para o desenvolvimento de produtos naturais (bioherbicidas), utilizados no controle de plantas e pragas invasoras na agricultura, atividade que vem sendo explorada como alternativa ao uso de inseticidas, herbicidas e nematicidas em culturas (Sartor et al., 2015; Ferreira e Áquila, 2000).

A presença de plantas invasoras na lavoura é um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores, uma vez que nos locais onde se pratica agricultura intensivamente, ocorrem modificações na população destas plantas, passando a predominar as espécies que melhor se adaptam àquelas condições (Ferreira et al., 2007). A interferência dessas plantas nas culturas de interesse comercial pode se dar devido à competição por água, luz, dióxido de carbono, nutrientes e também pelo efeito alelopático, provocando perdas qualitativas e quantitativas na produção (Bianchi, 1995).

Estudos de alelopatia vem sendo conduzidos visando o controle de plantas daninhas, entre eles está o Eucalipto, introduzido da Austrália, mas muito cultivado no Brasil, que possui várias espécies consideradas potencialmente alelopáticas (Ferreira e Áquila, 2000). Balbinot Junior (2004) conseguiu suprimir a emergência e o crescimento de plantas de picão-preto através da aplicação de extrato aquoso de *Mucuna spp.* como herbicida de pré-emergência em vasos.

Dentre as espécies utilizadas na agricultura orgânica, as espécies pertencentes a família Meliaceae são consideradas promissoras, pois possuem compostos biologicamente ativos que influenciam no desenvolvimento de outros organismos. Entre as espécies mais

estudadas desta família, pode-se citar o cinamomo (*Melia azedarach* L.) e o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (Gonçalves e Gervásio, 2003). *Melia azedarach* é uma espécie nativa da Pérsia, Índia e China, amplamente cultivada em toda região sul e sudeste do Brasil para a arborização (Lorenzi et al., 2003). Espécies de Meliaceae são comumente estudadas por apresentarem atividade inseticida assim como eficiência de seus compostos aleloquímicos (Maroneze e Gallegos, 2009).

Alguns dos metabólitos secundários já detectados em *M. azedarach* são taninos, saponinas e alcalóides (Mohd et al., 2008), estes podem estar envolvidos em várias funções ecológicas, pois são geralmente associados com a defesa vegetal contra herbívoros e patógenos (Hussain e Reigosa, 2011).

Considerando a necessidade de estudo sobre práticas de manejo, que reduzem a utilização de produtos químicos em áreas agrícolas, o presente trabalho teve como objetivo verificar o potencial alelopático do extrato aquoso e hidroalcoólico de folhas secas de *Melia azedarach* L. sobre a germinação e desenvolvimento inicial da espécie cultivada milho (*Zea mays* L.), das espécies invasoras picão-preto (*Bidens pilosa* L.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), sendo que alface é uma das espécies consideradas indicadoras dos efeitos potencialmente alelopáticos mediante sua sensibilidade a diversos aleloquímicos, e por isso muito utilizada em biotestes de laboratório (Ferreira e Áquila, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material vegetal e preparo dos extratos

As folhas de *M. azedarach* L. foram coletadas em um único dia, no início da manhã, de um indivíduo localizado em área urbana no município de Cascavel, região Oeste do Paraná, nas coordenadas: 24°29'21.74''S, 53° 26'54.77''O. O material foi seco em estufa à 40°C, e posteriormente trituradas em moinho do tipo Willye em granulometria inferior a 0,42 mm, obtendo-se pó fino que foi armazenado em recipientes de vidro hermeticamente fechado em condições refrigeradas, até a sua utilização na elaboração dos extratos.

Para o extrato aquoso, foi utilizada uma proporção de 50g de pó em 1L de água destilada, para obtenção do extrato na concentração de 5%, e 100g de pó em 1L de água

destilada para concentração 10%. Essa solução permaneceu em repouso por 24 horas e em seguida foi filtrada. Para o preparo do extrato hidroalcoólico, o material seco foi submetido à extração com solução hidroalcoólica (7:3 – etanol: água), sucessivamente, envolvendo 1L de solução para cada 300g de material seco, por um período de oito dias. A parte alcoólica da mistura foi separada da fração aquosa em rotavaporador, sendo essa utilizada na concentração de 30%, segundo metodologia de Souza Filho et al. (2009) com adaptações. Os tratamentos foram comparados com um controle contendo apenas água destilada.

Análise de pH e fitoquímica

Tendo em vista que para uma melhor observação dos efeitos alelopáticos, o pH dos extratos deve ser ajustado para faixa de 6 (Mácias et al., 2000), os extratos foram submetidos à análise de pH, com o auxílio de pHmetro digital de bancada. Em seguida, a triagem fitoquímica preliminar foi realizada para detecção das principais classes de metabólitos secundários, por meio de reações químicas que resultam no desenvolvimento de cor e/ou precipitado, característico para cada classe de substâncias, de acordo com os pressupostos de Matos (1997), o qual aproximadamente 100 mg de material foi solubilizado em metanol e utilizado para identificação de saponinas, alcalóides, taninos flavobenicicos, cumarinas, esteróides triterpenóides, esteróides pentacíclicos livres, flavonas, flavonóis e xantonas.

Obtenção das sementes

As sementes de alface (variedade crespa Rapids) foram adquiridas no comércio local, e as sementes de milho foram cedidas por empresa de grãos e insumos. As sementes de picão preto e leiteiro foram colhidas em campo no município de Cascavel/PR em área não agricultável (terreno urbano não cultivado), a fim de eliminar possíveis resíduos de herbicidas nas mesmas.

Ensaio de germinação e desenvolvimento inicial

Anterior ao processo da instalação e avaliação de cada experimento foi realizada a esterilização da bancada, câmara de germinação, bem como, as mãos dos operadores e demais

materiais, fazendo uso de bactericida Lysoform na concentração de 10%. Além disso, realizou-se a esterilização prévia (autoclave a 121°C por 30 minutos) de todo material utilizado (Bortolini e Fortes, 2005).

O teste de germinação foi conduzido para as diferentes espécies, sendo que, para a alface, picão e leiteiro, pelo fato de serem sementes pequenas, o ensaio foi realizado com quatro repetições de 20 sementes, dispostas em placas de Petri forradas com 2 folhas de papel germitest, umedecidos com 3 mL dos diferentes extratos de *M. azedarach* L. nas diferentes concentrações ou com água destilada (controle). Para as sementes de milho, pelo fato de serem sementes maiores e conseqüentemente gerar plântulas maiores, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes, dispostas em rolos de papel germitest (3 folhas) umedecidos na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco (210 mL em média) com os diferentes extratos de *M. azedarach* L. nas devidas concentrações ou com água destilada (controle). Os ensaios foram acondicionados em câmara de germinação (BOD) a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (Brasil, 2013).

A avaliação da germinação de todas as espécies ocorreu diariamente durante sete dias, sendo contabilizado o número de sementes germinadas, para o cálculo de porcentagem de germinação (G), considerando germinadas sementes com protrusão radicular igual ou maior a 2 mm (Hadas, 1977). Foi aferido também o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962), o tempo médio de germinação (TMG), a frequência relativa e o índice de sincronização da germinação de acordo com Labouriau (1983).

O desenvolvimento inicial das plântulas foi avaliado ao final do teste de germinação, utilizando-se cinco plântulas de cada repetição, dos diferentes tratamentos, coletadas aleatoriamente para medições de comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA), com auxílio de paquímetro digital, os dados foram expressos em centímetros.

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), contendo quatro repetições. Com os pressupostos de normalidade e homogeneidade atendidos, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Assistat (7.7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível verificar que o valor médio de pH dos diferentes extratos apresentou variação entre 6,1 a 6,4, enquadrando-se no intervalo considerado como ideal para germinação, uma vez que de acordo com Mácias et al. (2000) a faixa de 6,0 é considerado pH ideal para a germinação de sementes e observação dos efeitos alelopáticos.

Os diferentes extratos de folhas de *M. azedarach* L. interferiram na porcentagem de germinação de diásporos de alface, em todas as concentrações testadas. O índice de velocidade de germinação e o comprimento de raiz decresceram significativamente nas concentrações 5% e 10%, que não diferiram entre si, porém diferiram do tratamento controle. O comprimento de parte aérea externou diminuição significativa apenas quando exposto ao extrato aquoso 10% quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob efeito de diferentes extratos (aquoso e hidroalcoólico) de *Melia azedarach* L

Tratamento	G (%)	IVG (sementes/dia)	CR (cm)	CPA (cm)
Controle (água destilada)	89,00 a	18,41 a	3,71 a	1,16 a
Aquoso (5%)	19,00 b	1,89 b	0,58 b	1,08 a
Aquoso (10%)	3,00 b	0,18 b	0,05 b	0,05 b
Hidroalcoólico (30%)	-	-	-	-
CV%	22,29	15,38	48,19	33,22

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). (-) Representa dados insuficientes.

Resultados semelhantes foram obtidos no trabalho de Tur et al. (2012), onde verificaram que extratos aquosos de *Melia azedarach* L. exerceram efeito negativo sobre as variáveis porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de plântulas de tomate, sendo que o extrato de folha seca foi o que provocou maior efeito, principalmente nas concentrações maiores, que inibiu a germinação das sementes.

As alterações verificadas nas variáveis analisadas indicam um possível efeito alelopático do extrato de folhas secas de *Melia azedarach* L. sobre as sementes de alface, uma vez que de acordo com Ferreira e Borghetti (2004) a mesma é considerada uma espécie

indicadora dos efeitos potencialmente alelopáticos por apresentar sensibilidade a vários aleloquímicos.

A porcentagem de germinação das sementes de milho não foi influenciada pelas diferentes concentrações de extrato aquoso, porém, para o extrato hidroalcoólico observou-se a total inibição da germinação. Para a variável índice de velocidade de germinação, a diminuição significativa iniciou com a concentração de extrato aquoso 5% que diferiu do extrato aquoso 10%. Os parâmetros comprimento de raiz e comprimento de parte aérea obtiveram respostas semelhantes, apresentando diferença significativa para o extrato aquoso 10%, quando comparado com o tratamento controle (Tabela 2). Estes resultados corroboram com o trabalho realizado por Silva et al. (2007) quando em seu experimento, com extrato hidroalcoólico de *Azadirachta indica* sobre sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) observou redução do comprimento radicular.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de sementes de milho (*Zea mays* L.) sob efeito de diferentes extratos (aquoso e hidroalcoólico) de *Melia azedarach* L. Cascavel, 2015

Tratamento	G (%)	IVG (sementes/dia)	CR (cm)	CPA (cm)
Controle (água destilada)	99,00 a	14,37 a	17,22 a	10,16 a
Aquoso (5%)	100,00 a	11,76 b	14,28 ab	7,97 ab
Aquoso (10%)	99,00 a	8,74 c	10,04 b	4,55 b
Hidroalcoólico (30%)	-	-	-	-
CV%	1,64	4,1	15,79	24,71

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). (-) Representa dados insuficientes.

De acordo com Ferreira e Áquila (2000), o efeito alelopático muitas vezes pode ocorrer não sobre a germinação, porém pode ser visto sobre o índice velocidade e provocar alterações na curva de distribuição da germinação, alongando a mesma através do eixo do tempo, como pode ser observado para as sementes de milho, que não apresentaram efeito alelopático negativo sobre a germinação, contudo, esse efeito pode ser constatado para o índice de velocidade de germinação.

Para as sementes de picão-preto, estas se demonstraram altamente sensível aos extratos aquoso e hidroalcoólico de *Melia azedarach* L. A porcentagem de germinação

apresentou declínio numérico, porém não significativo para o extrato aquoso 5% em comparação ao controle, sendo que para a concentração 10% de extrato aquoso e 30% de extrato hidroalcoólico ocorreu a inibição da germinação. Para a variável índice de velocidade de germinação, houve diferença significativa prejudicial para a concentração de extrato aquoso 5% em comparação com o tratamento controle, e para os parâmetros comprimento de raiz e comprimento de parte aérea o declínio numérico acompanhou o aumento da concentração do extrato, porém não houve diferença significativa quando em comparação com o tratamento controle (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de sementes de picão-preto sob efeito de diferentes extratos (aquoso e hidroalcoólico) de *Melia azedarach* L. Cascavel, 2015

Tratamento	G (%)	IVG (sementes/dia)	CR (cm)	CPA (cm)
Controle (água destilada)	93,00 a	5,22 a	3,22 a	3,37 a
Aquoso (5%)	84,00 a	3,17 b	2,34 a	2,78 a
Aquoso (10%)	-	-	-	-
Hidroalcoólico (30%)	-	-	-	-
CV%	6,45	9,73	6,66	10,47

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). (-) Representa dados insuficientes.

Mediante os resultados apresentados, vale à pena ressaltar que os diversos aleloquímicos podem agir na inibição e modificação nos padrões de crescimento e/ou desenvolvimento das plantas (Gatti et al., 2004). Substâncias presentes no extrato aquoso 10% e hidroalcoólico 30%, como as flavonas, flavonóis e xantonas, pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos, o maior grupo de metabólitos com ação alelopática, resultam em amplo espectro de fitotoxidez. Dependendo da concentração dos flavonóides, estimulam o crescimento de raízes (Yang et al., 1998), porém podem também apresentar efeitos alelopáticos capazes de diminuir e/ou inibir crescimento de plantas (Sakihama et al., 2002; Shimoji e Yamasaki, 2005). Possivelmente, estes compostos isolados ou em conjunto, podem ter sido os responsáveis pela ausência de germinação do picão-preto para os tratamentos das referidas concentrações de extrato aquoso e hidroalcoólico.

Os resultados obtidos para as sementes de leiteiro demonstram que a germinação diminuiu numericamente já na concentração menor (extrato aquoso 5%), porém foi significativa a partir da concentração de extrato aquoso 10%, e inibitória para a concentração de 30% do extrato hidroalcoólico. O índice de velocidade de germinação também foi afetado negativamente de forma significativa na presença dos extratos aquoso 5% e 10%. Para os parâmetros de comprimento de raiz e comprimento de parte aérea, ambos externaram declínio significativo associado com o aumento da concentração do extrato, o que demonstra um potencial alelopático negativo sobre o desenvolvimento dessa espécie (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) de sementes de leiteiro sob efeito de diferentes extratos (aquoso e hidroalcoólico) de *Melia azedarach* L. Cascavel, 2015

Tratamento	G (%)	IVG (sementes/dia)	CR (cm)	CPA (cm)
Controle (água destilada)	90,00 a	8,61 a	6,38 a	5,39 a
Aquoso (5%)	86,00 ab	4,93 b	2,12 b	4,15 b
Aquoso (10%)	74,00 b	2,85 c	0,62 c	0,83 c
Hidroalcoólico (30%)	-	-	-	-
CV%	7,87	7,23	6,27	6,04

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). (-) Representa dados insuficientes.

De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), quanto maior o IVG, maior o vigor das sementes, pois este parâmetro está relacionado ao número de sementes germinadas por dia. Neste sentido, os extratos aquosos de *M. azedarach* L. atuaram diminuindo o vigor das sementes de leiteiro, levando ao atraso da germinação.

Mediante isso, as respostas obtidas em relação ao desenvolvimento inicial de cada espécie citada acima, pode ainda ter sido influenciada não propriamente pela ação direta dos extratos em seu desenvolvimento, mas sim, em resposta ao atraso da germinação das sementes, que conseqüentemente irá refletir no tamanho da plântula ao final do experimento.

Ao analisar a distribuição da germinação ao longo do tempo, para as diferentes espécies, quando submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso, pode-se observar a eminente variação. O caráter unimodal foi conferido apenas para o tratamento controle das

espécies de alface, milho e leiteiro (Figuras 1 A, B e D), já para os demais tratamentos das diferentes espécies, o caráter polimodal é verificado, expondo a maior desuniformidade da germinação (Figura 1).

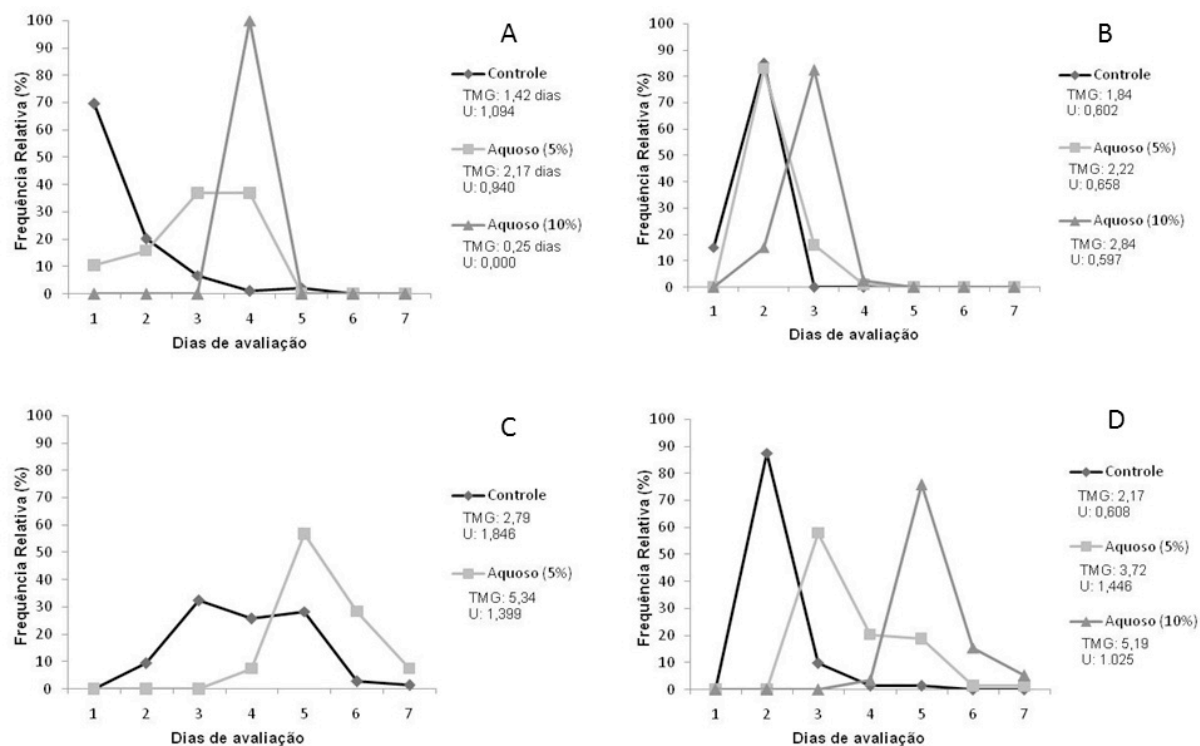


Figura 1 - Polígonos de frequência relativa (Fr) da germinação de sementes de alface (A), milho (B), picão-preto (C) e leiteiro (D) em função de diferentes concentrações de extrato aquoso de *M. azedarach* L.. TMG: tempo médio para germinação U: sincronização da germinação.

Para o caráter polimodal, um desvio do tempo de germinação à direita da moda principal da distribuição das frequências, demonstra a assimetria da distribuição, evidenciando que a heterogeneidade é devida a uma maioria de sementes que demoram a germinar ou a uma minoria de sementes que germinam rapidamente (ou devida a ambos os casos), dependendo neste caso da concentração do extrato (Figura 1). Assim, pode-se verificar que existe variação na curva de germinação das sementes submetidas às diferentes concentrações de extrato aquoso de *M. azedarach* L.

Alterações tanto nas curvas bem como nos índices de germinação, indicam interferências nas reações metabólicas que culminam na germinação (Bewley e Black, 1982;

Labouriau e Agudo, 1987). Nos bioensaios realizados essa interferência no processo germinativo foi constatada, sendo que os extratos causaram atraso na germinação de todas as espécies, o que foi visualizado nas alterações das curvas de germinação e no tempo médio de germinação.

Além disso, os extratos provocaram aumento na entropia informacional em milho e leiteiro, causados por sementes com germinação mais lenta. Aumentos neste índice indicam perda de sincronia nas reações metabólicas da germinação (Labouriau e Agudo 1987), demonstrando heterogeneidade na fisiologia da germinação das sementes submetidas aos extratos (Figura 1).

Mediante os resultados obtidos, verifica-se que, para todas as espécies o extrato hidroalcoólico 30% apresentou efeito inibitório na germinação das sementes, tendo em vista que, de acordo com Wu et al. (2009) a intensidade do efeito alelopático ocasionado pelos extratos é dependente do tipo de tecido usado para a extração e da concentração de aleloquímicos contidos no mesmo, assim como o extrator utilizado, estando diretamente relacionados à espécie.

Resultados semelhantes foram obtidos por Coelho et al. (2014) que trabalhando com o efeito de extratos aquoso e etanólico de picão e tiririca na germinação e no crescimento inicial do feijão comum, obtiveram inibição da germinação das sementes do feijoeiro durante todo o experimento, quando estas foram submetidas ao extrato etanólico.

Os diversos aleloquímicos podem agir na inibição da germinação e modificações nos padrões de crescimento e/ou desenvolvimento das plantas, sendo que essas alterações possivelmente podem resultar de modificações no tegumento das sementes, impedindo a troca gasosa e ou o fluxo de água durante a fase de embebição (Gatti et al., 2004). Outra possibilidade é a alteração da permeabilidade de membranas, respiração por sequestro de oxigênio, mudança na conformação de enzimas e de receptores, ou ainda, pela combinação destes fatores (Ferreira e Aquila, 2000).

Mediante os resultados obtidos da prospecção fitoquímica, pode-se verificar que os diferentes extratos, resultantes de diferentes modos de extração e em variadas concentrações, forneceram a detecção de diferentes compostos, os quais podem estar relacionados com a resposta alelopática das espécies do presente estudo.

Os extratos aquoso e hidroalcoólico apresentaram similaridade de ocorrência para o grupo dos esteróides pentacíclicos livres, sendo que, para a concentração aquoso 5% este

grupo foi o único detectado. Os extratos aquoso (10%) e hidroalcoólico (30%) também apresentaram similaridade de ocorrência para o grupo de taninos flavobênicos e flavonas, flavonóis e xantonas, sendo que além disso, somente o extrato hidroalcoólico externou a presença do grupo de saponinas e esteróides triterpenóides (Tabela 5).

Tabela 5 - Prospecção fitoquímica dos extratos vegetais de folhas de *Melia azedarach* L

Classe de metabólitos	Extratos		
	Aquoso 5%	Aquoso 10%	Hidroalcoólico 30%
Saponinas	-	-	+
Alcalóides	-	-	-
Taninos flobabênicos	-	+	+
Cumarinas	-	-	-
Esteróides triterpenóides	-	-	+
Esteróides pentacíclicos livres	+	+	+
Flavonas, Flavonóis e Xantonas	-	+	+

Presença (+) ou ausência (-)

Resultados semelhantes foram encontrados por Wang (2007) em investigação fitoquímica de fohas de *Toona sinensis* (Meliaceae) que se mostraram com presença de flavonóides, alcalóides, terpenos e antraquinonas.

Os esteróides triterpenoides que foram encontrados apenas para o extrato hidroalcoólico, são substâncias que fazem parte do grupo dos terpenos, um dos maiores do metabolismo secundário (Souza Filho e Alves, 2002) sendo que, de acordo com Raven et al. (2014) esteróides triterpenóides são importantes componentes de membranas, podendo agir como hormônios, tais como as brassinas, que muitas vezes competem com demais hormônios pelo sítio ativo e/ou inibem os hormônios necessários para a germinação.

Outro composto detectado apenas para a o extrato hidroalcoólico foram as saponinas, esses compostos químicos são originários do metabolismo secundário da planta, atuando como um sistema de defesa (Wina et al., 2005), podendo estar relacionados aos efeitos alelopáticos, diminuindo a permeabilidade do tegumento de sementes à absorção de oxigênio, afetando a respiração e os processos dependentes de energia, podendo assim retardar ou até mesmo inibir a germinação (Marchaim et al., 1975; Souza et al., 1999). Com isso, pressupõe-se que essas substâncias em ação conjunta, estejam dentre um dos fatores que ocasionou

ausência de germinação para as espécies submetidas ao extrato hidroalcoólico do presente estudo.

Os resultados aqui obtidos são indicativos de possível efeito alelopático dos extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre a germinação e desenvolvimento inicial das sementes de alface, milho, picão-preto e leiteiro, sendo que para milho a porcentagem de germinação não foi diretamente afetada, entretanto, o índice de velocidade de germinação foi prejudicado. Os parâmetros que sofreram maior influência foram a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, seguidos do comprimento de raiz e parte aérea das plântulas.

Considerando que o extrato hidroalcoólico provocou o maior efeito nesta pesquisa, causando a inibição da germinação para todas as espécies do presente estudo, levanta-se ainda a hipótese de que a referida resposta possivelmente seja decorrência a magnitude da suscetibilidade das espécies testadas em relação à concentração utilizada, uma vez que esta teve o objetivo ser testada visando a praticidade do seu preparo, evitando diluições, facilitando o uso como herbicida natural pelo agricultor, porém, sugerem-se novos estudos verificando a ação de determinado extrato em diferentes concentrações.

Tendo em vista que possíveis respostas alelopáticas obtidas em ambiente de laboratório podem não se repetir em condições naturais, devido à ocorrência simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos que podem mascarar esse fenômeno, para comprovar determinados resultados, sugere-se a condução de ensaios em campo, a fim de se obter conclusões a cerca destas respostas em condições naturais. Além disso, sugere-se também a realização do isolamento e identificação de determinados compostos alelopáticos, verificando assim, uma possível constatação de fitotoxicidade destes extratos sobre as referidas espécies em estudo.

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem possível efeito alelopático negativo dos extratos aquoso de folhas secas de *Melia azedarach* L. em sementes de alface, milho, picão-preto e leiteiro.

O extrato hidroalcoólico de folhas secas de *Melia azedarach* L. evidenciou potencialidades alelopáticas inibitórias para todas as espécies.

Os metabólitos secundários encontrados nos extratos de *Melia azedarach* L. possivelmente contribuíram para a resposta encontrada, interferindo diretamente ou

indiretamente no processo germinativo das sementes e no desenvolvimento das plântulas das espécies em estudo.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A. A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinens**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 61-64, 2004.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds, in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 375 p. 1982.

BIANCHI, M.A. **Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul**. Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 31 p. 1995.

BORTOLINI, M.F.; FORTES, A.M.T. Efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja (*Glycinemax* L. Merrill). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 5-10, 2005.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 98p. 2013.

COELHO, F. M., OLIVEIRA, S.G., BALIZA, D.P.; CAMPOS, A.N.R. Efeito de extratos de plantas espontâneas na germinação e no crescimento inicial do feijão comum. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 185-192, 2014.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323 p. 2004.

FERREIRA, M.C., SOUZA, J.R.P., FARIA, T.J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2007.

GATTI, A. B., PEREZ, S. C. J. G.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasílica**, Pampulha, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R. **Efeito dos extratos de *Trichillia pallida* Swartz e *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) e seu parasitóide *Trichogamma pretiosum* Riley**. 2003. 86p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds in soils of changing matric and osmotic water potential. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 28, n. 105, p. 977-985. 1977.

HUSSAIN, M. I.; REIGOSA, M. J. Allelochemical stress inhibits growth, leaf water relations, PSII photochemistry, nonphotochemical fluorescence quenching, and heat energy dissipation in three C3 perennial species. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 13 p. 4533-4545, 2011.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria-Geral da OEA, 174p. 1983.

LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 37-56, 1987.

LORENZI, H., SOUZA, H.M., TORRER, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas do Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. São Paulo: Instituto Plantarum, 368 p. 2003.

MACIAS, F. A., GALLINDO, J. C. G., MOLINILLO, J. M. G. Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies. In 2000 years of natural products research - past, present and future. Teus J.C. Luijendijk, p. 137-161, 2000.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCHAIM, U., BIRK, Y., DOVRAT, A.; BERMAN, T. Kinetics of the inhibition of cotton seeds germination by *Lucerne saponins*. **Plant e Cell Physiology**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 857-864, 1975.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.

MATOS, F.J. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 141 p. 1997.

MOHD. F. A., MOHD. A., HAMEE, T., KHAJA, Z.D., MOHD., I. Antioxidative Activity of *Melia azedarach* Linn Leaf Extract. **Iranian Journal Of Pharmacology & Therapeutics**, Tehran, v. 17, n. 1, p. 31-34, 2008.

PERIOTTO, F., PEREZ, S.C.G.A.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 425-30, 2004.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 855 p. 2014.

SAKIHAMA, Y., COHEN, M.F., GRACE, S.C.; YAMASAKI, H. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. **Toxicology**, v. 177, n. 1, p. 67-80, 2002.

SARTOR, L.R., LOPES, L., MARTIN, T.N.; ORTIZ, S. Alelopátia de acículas de pinus na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 470-480, 2015.

SHIMOJI, H.; YAMASAKI, H. Inhibitory effects of flavonoids on alternative respiration of plant mitochondria. **Biologia Plantarum**, Holanda, v. 49, n. 1, p. 117-119, 2005.

SILVA, J. P., CROTTI, A. E. M.; CUNHA, W. R. Antifeedant and allelopathic activities of the hydroalcoholic extract obtained from Neem (*Azadirachta indica*) leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 529-532, 2007.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopátia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 260 p. 2002.

SOUZA, C. L. M., MORAIS, V., SILVA, E.R., LOPES, H.M., TOZANI, R., PARRAGA, M.S.; CARVALHO, G.J.A. Efeito inibidor dos extratos hidroalcoólicos de coberturas mortas sobre a germinação de sementes de cenoura e alface. **Planta daninha**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 263-271, 1999.

SOUZA FILHO, A. P., GUILHON, G.M.S.P., ZOGHBI, M.G.B.; CUNHA, R.L. Análise comparativa do potencial alelopático de extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de cipó d'alho (*Bignoniaceae*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, p. 4, p. 647-653, 2009.

TUR, C.M., BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopátia de extratos aquosos de cinamomo (*Melia azedarach* L. – *Meliaceae*) sobre a germinação e crescimento inicial do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. – *Solanaceae*). **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 49-56, 2012.

WANG, K.; YANG, C.; ZHANG, Y. Phenolic antioxidants from Chinese toon (fresh young leaves and shoots of *Toona sinensis*). **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 365-371, 2007.

WINA, E., MUETZEL, S.; BECKER, K. The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant productions: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 21, p. 8093-8105, 2005.

WU, A.P., YU, H., GAO, S.Q., HUANG, Z.Y., HE, W.M., MIAO, S.L.; DONG, M. Differential belowground allelopathic effects of leaf and root of *Mikania micrantha*. **Trees, Structure and Function**, v. 23, p. 11-17, 2009.

YANG, E. B., ZHANG K., CHENG LY.; MACK P. Butein, a specific protein tyrosine kinase inhibitor. **Biochemical Biophysical Research Communications**, v. 245, n. 2, p. 435-438, 1998.