

ANÁLISE DE ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE EXTRATO AQUOSO DE FALSA-MURTA SOBRE A GERMINAÇÃO DE PICÃO-PRETO E CARURU

Fábio Emmanuel Braz Brass
Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Garça (SP)
fabiobrass@yahoo.com.br

RESUMO – O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do extrato aquoso de folhas de *Murraya paniculata* (falsa-murta) na germinação e desenvolvimento de sementes de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Amaranthus hybridus* (caruru). O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal do município de Garça (SP) em julho de 2008. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 sendo duas concentrações (50% e 100%) e duas condições (fervido e não fervido) mais testemunha, com cinco repetições de 100 sementes por tratamento de ambas as espécies. As médias obtidas dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As características avaliadas foram porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Nos tratamentos com extrato aquoso fervido e não fervido na concentração de 100%, assim como no fervido, na concentração de 50%, a porcentagem de germinação apresentou menor resultado para ambas as espécies. Para a espécie *A. hybridus*, o tratamento com extrato aquoso não fervido na concentração de 50% apresentou porcentagem de germinação superior ao do controle em água. O oposto pôde ser observado para o mesmo tratamento com a espécie *B. pilosa* que apresentou uma redução na porcentagem de germinação em relação ao controle em água. O índice de velocidade de germinação diferiu em todos os tratamentos do controle em água, porém, com menor diferença estatística do tratamento não fervido, 50% para a espécie *A. hybridus*. A análise se mostrou significativa, embora necessite de mais estudos para isolar possíveis fatores influentes e determinar a presença ou não de substâncias alelopáticas.

Palavras-Chave: Alelopatia, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, Ecologia de regeneração, Interferência química, *Murraya paniculata*

ABSTRACT: ANALYZE OF ALLELOPATHIC ACTIVITY OF *Murraya paniculata* AQUEOUS EXTRACT OVER THE GERMINATION OF *Bidens pilosa* AND *Amaranthus hybridus* – The present work had for objective evaluated the influence of the aqueous extract of *Murraya paniculata* in the germination and development of *Bidens pilosa* and *Amaranthus hybridus* seeds. The experiments were led at the Laboratory of Seeds of the Agronomic and Forest Engineer School in Garça (SP), in July, 2008. The statistical design was completely randomized in factorial outline (2 x 2) with two concentrations (50% and 100%) and two conditions (boiled and not boiled) and control in water, with five repetitions of 100 seeds for treatment for both species. The obtained data of the treatments were compared trough de Tukey test at the level of 5% of probability. The appraised characteristics were germination percentage and germination speed index. In the treatments with aqueous extract boiled and not boiled at 100% concentration, so like boiled at 50%, the germination percentage was inferior for both species. For *A. hybridus*, the germination percentage of treatment with aqueous extract not boiled at 50% was superior at the control treatment in water. The same treatment with *B. pilosa* showed a reduced germination

percentage at the control treatment in water. The germination speed index was different in relation with all control treatment in water, but, with smaller statistic difference with not boiled, 50% treatment for *A. hybridus*. The analyze was significant, but shows that is necessary more research about isolate possible influence factor and determinate the presence or not of allelopathic substance.

Keywords: Allelopathy, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa*, Chemical interference, *Murraya paniculata*, Regeneration ecology

1. INTRODUÇÃO

As plantas liberam substâncias no meio denominadas aleloquímicos. Estas substâncias são oriundas de metabolismo secundário dos vegetais e têm diversas funções no ecossistema local. No processo ecológico da regeneração ou sucessão de espécies vegetais, a liberação de toxinas no meio promove vantagens na competição intra-específica e interespecífica, além de interferir nas atividades de outros organismos e microrganismos.

O termo alelopatia se originou de um estudo primordial sobre a interferência química de uma espécie vegetal sobre outra. A palavra consiste na união dos termos *allelon* e *pathos* cujo significado respectivo é mútuo e prejuízo.

Hoje é sabido que a ação destes compostos alelopáticos pode ser positiva, favorável ao receptor, ou negativa, prejudicando espécies isoladas, populações ou mesmo comunidades circunvizinhas.

As substâncias aleloquímicas estão sendo estudadas para a aplicação na agricultura, em especial a silvicultura e a olericultura, de forma a contribuir na busca por defensivos agrícolas como antibióticos, fungicidas, inseticidas e herbicidas, assim como compreender o antagonismo de culturas consorciadas ou sucessivas.

As sementes contidas no banco de sementes do solo constituem a principal fonte de regeneração de espécies de plantas daninhas em ambientes rurais e urbanos. Estas espécies, em maioria, de ciclo anual, emergem espontaneamente nos agroecossistemas já estabelecidos e mantêm um banco de sementes pela adição constante de seus diásporos a cada ciclo, garantindo assim sua perpetuação.

As plantas daninhas também são apontadas como responsáveis por prejuízos significativos à agricultura. Estes prejuízos são principalmente devido à competição direta por recursos como água, luz, espaço e nutrientes. Podem, porém, ainda gerar prejuízos indiretos às culturas agrícolas. Plantas daninhas podem ser hospedeiras alternativas de pragas, doenças ou vetores de doenças de culturas, podem dificultar a colheita em determinadas situações e podem também interferir quimicamente por ação alelopática ou não nestas culturas.

A ocorrência da denominada flora espontânea que surge nas áreas de pousio e se instala pode também contribuir com o acúmulo de substâncias alelopáticas no solo.

As plantas daninhas *Bidens pilosa* e *Amaranthus hybridus* são duas espécies de importância primária à agricultura por serem infestantes de lavouras e pastagens. Portanto foram escolhidas como espécies alvo para o estudo em questão.

Do ponto de vista agrônômico, o interessante da alelopatia é a possibilidade de seleção de plantas que possam desempenhar algum tipo de controle sobre as plantas infestantes, assim como o estabelecimento de plantas que não atuem

antagonicamente entre si, permitindo a composição de lavouras equilibradas com reflexos favoráveis à produtividade.

Em suma, a alelopatia pode ser definida como a interferência positiva ou negativa de compostos oriundos do metabolismo das plantas e lançados no ambiente. Estes compostos são denominados aleloquímicos e podem agir diretamente sobre a germinação, desenvolvimento ou crescimento de plantas ou ainda agir indiretamente sendo previamente transformados pela atividade microbiana no solo (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Outro ponto de vista favorável sobre a pesquisa e uso de compostos alelopáticos é a possibilidade de redução de custos na agricultura, assim como a identificação e uso de insumos de baixo impacto ambiental.

A observação da vegetação e identificação de possíveis atividades alelopáticas é uma prática incentivada por Ferreira & Aquila (2000). A escolha da *Murraya paniculata* foi baseada em uma observação empírica da planta empregada na arborização urbana na qual dificilmente pode ser observada a presença de plantas daninhas. Embora não tenha sido encontrada uma constatação científica que aborde o fenômeno, a observação serviu de motivação para realizar a pesquisa em questão.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a existência de atividade alelopática no extrato de *Murraya paniculata* (falsa - murta) sobre a germinação de duas espécies importantes de plantas daninhas, *Bidens pilosa* (picão - preto) e *Amaranthus hybridus* (caruru).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A INTERFERÊNCIA POR COMPETIÇÃO

Segundo Larcher (1994), dentro de um ambiente, incontáveis processos ecológicos podem ocorrer. Toda a comunidade sofre uma pressão exercida pelo ambiente na competição para garantir a sucessão de sua espécie. Não diferente ocorre com as plantas que, ao longo da escala evolucionária, desenvolveram diversos mecanismos de reprodução, disseminação e competição. Competição esta por recursos presentes no local onde estão estabelecidas, como água, luz e nutrientes para garantir sua manutenção e perpetuação.

A interferência entre plantas pode ser basicamente de duas naturezas, a competição ou fatores abióticos, e a alelopatia ou fatores bióticos ou fatores químicos produzidos por outro indivíduo. A interferência por competição consiste na competição entre plantas e a influência de fatores ambientais como luz, água, temperatura, vento, pH e disponibilidade de nutrientes, ou ainda pela interação entre ambos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). Como exemplo, a água quando disponível em quantidade limitada pode impedir a germinação ou o estabelecimento da planta na fase inicial, ou ainda permitir que as plantas já instaladas compitam por recursos.

Algumas sementes podem também apresentar sensibilidade a luz, isto é, ter sua germinação promovida pela luz ou serem favorecidas pelo escuro. A competição por luz pode ser pelo sombreamento do local onde outra planta esteja sombreando ou interferindo na radiação solar, favorecendo ou inibindo a germinação de outras espécies. Quando não na germinação pode interferir no processo de fotossíntese e do controle morfogenético da planta (MARCOS FILHO, 2005).

Ainda segundo o autor, a temperatura influencia diretamente a germinação e pode ser alterada pelo sombreamento provocado por outras plantas. O vento atua basicamente como veículo de disseminação sendo importante para as sementes anemocóricas. Por último, o pH pode interferir na germinação quando em faixas extremas estressando ou inviabilizando o processo germinativo. Pode também favorecer o estabelecimento de plantas tolerantes as condições extremas de pH na competição por nutrientes.

A interferência abiótica pode ser vista como ação promotora da competição entre plantas por fatores necessários para sua germinação e estabelecimento em campo (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

2.2. A INTERFERÊNCIA POR ALELOPATIA

O termo alelopatia vem da união das palavras *allelon* e *pathos* cujo significado é respectivamente mútuo e prejuízo. A designação se dá pelo fato de os primeiros relatos científicos serem baseados na interferência negativa de uma espécie vegetal sobre outra. Atualmente, o termo é relativo à interferência química podendo ser sobre outro indivíduo, mesmo não vegetal (MANO, 2006 apud SOUZA et al., 2008).

Um dos primeiros relatos sobre a alelopatia foi do pesquisador Molish (1937) que descreveu que ao plantar tomateiros a uma distância de até 16 m de uma noqueira, as plantas morriam. O autor relatou também que, ao plantar os tomateiros a distâncias superiores a 16 m, as plantas apresentavam um desenvolvimento satisfatório. Observou ainda que a razão para a morte era uma substância produzida pelas folhas da noqueira e que, quando caídas sobre o chão se acumulavam e liberavam uma substância que penetrava no solo por meio da umidade. O autor ainda relata que esta substância, embora inofensiva para a noqueira, levava demais plantas a morte.

Rice (1984) apud Ferreira & Aquila (2000) definiu alelopatia como o efeito direto ou indireto, positivo ou negativo que uma planta exerce sobre outra pela produção e liberação de compostos no ambiente.

Há relatos que, em uma floresta tropical, as plantas podem apresentar de 5 a 20% do peso seco de suas folhas formados por compostos secundários como terpenos, alcalóides e taninos, o que significa que elas investem grande parte de sua energia para a elaboração desses compostos. Esta observação exalta o mecanismo de defesa desenvolvido pelas plantas em resposta a herbivoria (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Rietveld et al. (1983) apud Ferreira & Aquila (2000) relataram que em plantios consorciados de *Juglans nigra* e *Alnus glutinosa*, ambas espécies florestais, após oito anos de cultivo todas as plantas da segunda espécie morreram. Foi determinada que a causa da morte foi pelo efeito de aleloquímicos provenientes da serrapilheira de *J. nigra* acumulado sobre o solo.

Inúmeros exemplos podem ser apontados através de ensaios realizados. Um exemplo deste efeito é o apresentado por Severino et al. (2008) que constataram que ao cultivarem mamoneiras (*Ricinus communis*) em vaso com ou sem a presença de plantas daninhas, as mamoneiras livres apresentaram crescimento superior em área foliar, altura e matéria seca da parte aérea em relação as cultivadas com as plantas daninhas.

Já um exemplo de expressão mais negativa é o dado por Anaya et al. (1987) apud Ferreira & Aquila (2000). Estes relatam que restos de cultivos florestais no México de *Alnus firmifolia* e *Betula erecta* entre outras plantas foram incorporadas ao

solo para acrescentar matéria orgânica. O resultado foi a inibição de cultivos de milho e feijão, além de plantas invasoras, entre elas o *Amaranthus hybridus*.

Em contrapartida, Tokura e Nóbrega (2006) observaram que com o emprego de cobertura vegetal para o controle de diversas plantas daninhas, a aveia preta, colza, nabo forrageiro e milho se destacaram na respectiva ordem decrescente. Esta informação permite estudar o efeito alelopático favorável de uma cultura sobre plantas infestantes.

Algumas substâncias de ação inibidora podem estar presentes no interior das sementes. Estas substâncias não são letais, mas inibem sua germinação pela dormência. São as denominadas autotoxinas e sua presença nas sementes pode bloquear o metabolismo preparatório para a germinação ou ainda impedir trocas gasosas (MARCOS FILHO, 2005).

Um exemplo de substância inibidora contida na própria semente é a relatada por Borges et al. (1987). Estes detectaram ao estudarem sementes de pimenta (*Xilopia sericea* St. Hill.) que esta espécie contém substâncias inibidoras em suas próprias sementes. Detectou também que ao tratar sementes de alface com solução aquosa do de sementes da pimenteira, a alface sofreu alterações na germinação e no crescimento do hipocótilo. Isto prova a existência de substância autotóxica inibidora de germinação contida na própria semente da espécie como forma de mecanismo de dormência.

Côme & Tissaoui (1973) apud Marcos Filho (2005) relatam que, à medida que foram retiradas quantidades crescentes de tecido cotiledonar de sementes de maçã (*Malus* sp.) houve uma superação gradativa da dormência. O estudo provou que a dormência era determinada pela translocação de substâncias inibidoras localizadas no próprio tecido cotiledonar da semente para o eixo embrionário. Neste caso foi constatado que sementes de maçã apresentam compostos fenólicos responsáveis pela retenção de oxigênio, restringindo sua chegada ao embrião.

Como outro exemplo tem-se o estudo de Pereira et al. (2002) que relata que possivelmente a presença de cafeína no espermoderma de sementes de café contribui para a lenta germinação característica da espécie. A cafeína é apontada como uma molécula de ação alelopática contra a germinação da própria semente, sendo uma autotoxina.

A discussão das atividades alelopáticas do cafeeiro servem para compreender a interferência da planta em um determinado agroecossistema, pois o cafeeiro é uma planta típica de efeito alelopático. Ela produz a xantina cafeína, uma forte inibidora de crescimento que pode se acumular no solo e provocar fitotoxicidade de plantas jovens até mesmo da própria espécie. Trata-se de um poderoso aleloquímico que controla o desenvolvimento de plantas invasoras de lavouras de café (ANAYA et al., 1982 apud FERREIRA & AQUILA, 2000).

Como já citado, inibidores de germinação podem estar situados nos tecidos da semente ou do fruto. Compreendem diversos compostos cuja ação ou função ainda não foi completamente definida, embora seja sabido que, entre outros compostos, os fenólicos se associam a inibição do alongamento celular e a retenção de oxigênio, e o ABA inibe a síntese de enzimas, RNA e proteínas (MARCOS FILHO, 2005).

Como inibidores de germinação oriundos de compostos do metabolismo secundário das plantas podem ser destacados os ácidos aromáticos (transcinâmico, cafeico, ferúlico e sinápico), as lactonas (cumarinas, anemonina, ácido parascórbico), isotiocinatos (cocaína, quinina, fisostigmina, codeína), terpenóides (ABA), taninos, ácidos fenólicos, aldeídos e alcalóides (cafeína). Porém, um

destaque especial deve ser dado aos compostos fenólicos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Taiz & Zeiger (2004) apontam os compostos fenólicos como principais componentes das substâncias alelopáticas. Apontam ainda que fatores de estresse estimulam a produção de metabólitos responsáveis pela síntese de compostos fenólicos aumentando consecutivamente sua produção.

De acordo com Inderjit et al., 1995 apud Taiz & Zeiger (2004), moléculas de ação alelopática estudadas que ocorrem em abundância no solo são o ácido cafeico e o ácido ferúlico, tendo sido comprovado em condições de laboratório seu efeito de inibição sobre a germinação e crescimento em diversas plantas.

Os compostos fenólicos podem interferir no balanço entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação de sementes, assim como representar obstáculo à difusão de gases em sementes umedecidas (VIEIRA 1991; MARCOS FILHO, 2005).

Edwards (1973), apud Borges et al. (2002) observou que a presença de compostos fenólicos no tegumento controla a entrada de oxigênio no interior da semente.

Estudos comprovam que compostos fenólicos inibiram o crescimento de bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Azobacter*, *Enterobacter* e *Clostridium*. Influenciaram também no acúmulo e disponibilidade de fosfato na competição por sítios de absorção nas micelas da argila. Sendo assim, a textura e composição do solo têm influência no efeito alelopático. Solos arenosos apresentam menor adsorção em relação aos solos coloidais, sendo os aleloquímicos liberados mais efetivos por ficarem na solução solo (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Uma abordagem prática dentro da agricultura para exemplificar a alelopatia é a rotação de culturas. A rotação de culturas é uma prática da agricultura amplamente difundida no Brasil. A exploração do solo por diferentes sistemas radiculares aproveitam melhor os nutrientes disponíveis e a substituição ou sucessão da área por outras espécies vegetais reduz a instalação e continuidade de fitopatógenos.

Embora a prática impute benefícios à produção agricultura, ela pode também estar atribuindo ao mesmo tempo um fator limitante a produção agrícola pela presença de resíduos da cultura anterior. Estes resíduos podem conter substâncias alelopáticas e, dependendo da cultura anterior estes efeitos podem ser de magnitude. A resistência ou tolerância a compostos alelopáticos nocivos varia entre as espécies submetidas podendo ser mais ou menos sensíveis (FERREIRA & AQUILA, 2000).

Um modelo clássico de atividade alelopática na agricultura é o citado por Almeida (1986) apud Tokura & Nóbrega (2006). Os autores ressaltam a atividade alelopática da cobertura morta em sistema de plantio direto oriundo da palhada ou resteva de culturas que tem efeito sobre diversas plantas infestantes, assim como culturas agrícolas. Neste caso, porém, cabe lembrar que em muitas situações a cobertura morta atua primeiramente como barreira física ao desenvolvimento de plantas daninhas.

Uma cultura de intensa atividade alelopática relatada é a do sorgo (*Sorghum bicolor*). Esta planta produz a quinona sorgoleone, uma substância que inibe a germinação e crescimento de várias plantas e age diretamente no processo fotossintético da planta (GONZALEZ et al., 1998 apud FERREIRA & AQUILA, 2000).

Recentemente, com os avanços na química de produtos naturais, por meio de métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação, têm

contribuído para um conhecimento mais profundo dos inúmeros compostos secundários produzidos pelas plantas (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Segundo Rodrigues et al. (1999) apud Ferreira & Borghetti (2004), alguns aleloquímicos podem ser usados como defensivos agrícolas. São substâncias que aparecem e se conservam na evolução das plantas e que representam alguma vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos, parasitas e herbívoros pela inibição destes, ou ainda estimulando o crescimento das plantas ou promovendo vantagens na competição com outras plantas.

Os compostos aleloquímicos são lançados no ambiente pelo meio aéreo ou lixiviados ao solo. A lixiviação ocorre por meio dos exsudados da planta viva se situando próximos a ela podendo se acumular. Outra forma é a liberação de compostos por meio de restos vegetais depositados sobre o solo, como resteva de culturas ou serrapilheira das matas. Os lixiviados dependem da disponibilidade de água para a transferência da planta ao solo, quando solúveis. Pelo meio aéreo se enquadram os compostos voláteis como terpenos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). A sucessão da vegetação de uma determinada área pode ser condicionada a preexistência de substâncias químicas liberadas pela população de plantas anterior e seu tempo de permanência no local.

A ação direta do aleloquímico ocorre pela ligação de compostos as membranas da planta receptora ou pela penetração nas células, interferindo diretamente no metabolismo do indivíduo. Já a ação indireta ocorre através de alterações nas propriedades do solo, de sua disponibilidade de nutrientes, ou ainda interferindo na população ou atividade de microrganismos.

O tempo de resistência, a persistência e a transformação podem aumentar diminuir ou cessar seu efeito alelopático pela ação de microrganismos no solo. A decomposição da matéria orgânica no solo é promovida por fracas reações ácidas e básicas, pela disponibilidade de O₂ livre, umidade e calor. Depende ainda de sua origem e característica química, assim como os fatores climáticos do ambiente. Sendo assim, a permanência dos compostos orgânicos no solo é diretamente dependente dos fatores ambientais (LARCHER, 1994).

Ainda segundo o autor, os metabólitos secundários podem influenciar na atividade de decompositores de matéria orgânica reduzindo a ação destes microrganismos. Ao mesmo tempo estes compostos podem ser ativados pela ação de microrganismos decompositores passando por um processo de transformação.

2.3. INTERFERÊNCIA NA GERMINAÇÃO

O conceito germinação depende da forma de abordagem para sua interpretação. Sob o ponto de vista da fisiologia vegetal considera-se unicamente o processo germinativo em si para elucidar e compreender seus aspectos básicos de forma profunda, independente da importância econômica da espécie em questão. Já sob o ponto de vista agrônomo o conceito germinação não inclui unicamente os processos fisiológicos envolvidos, mas a importância econômica da espécie em estudo e a obtenção de subsídios necessários para o estabelecimento do estande em campo e do manejo das sementes durante e após a colheita (MARCOS FILHO, 2005).

Em resumo, para ambas as correntes de estudo o processo germinativo tem início na embebição da semente, mas para estudos de fisiologia vegetal a germinação se encerra com a protrusão da raiz primária e para estudos de fitotecnia

o processo se encerra com o estabelecimento de uma plântula viável em condições de campo.

O fenômeno da germinação pode sofrer inúmeras interferências. Estas interferências podem ser de natureza abiótica ou biótica. Quando de natureza abiótica a interferência se dá pela competição entre plantas, pela influência de fatores ambientais como luz, água, temperatura, vento, pH e disponibilidade de nutrientes, ou ainda pela interação entre ambos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). Quando de natureza biótica a interferência pode ser por meio de substâncias químicas tóxicas liberadas no meio por outras plantas vivas ou pela decomposição do resíduo. A Tabela 1 mostra a relação dos fatores abióticos e bióticos influentes na germinação de sementes.

Tabela 1. Fatores abióticos e bióticos que podem influenciar o critério de germinação de sementes.

| Critério | Fatores abióticos | Fatores bióticos |
|-----------------|--|--|
| Bioquímico | Água, temperatura. | Fitormônios |
| Morfológico | Temperatura, luz, água, vento, potencial matricial do substrato, pH, nitratos. | Microrganismos, aleloquímicos. |
| Agrônômico | Todos os itens anteriores mais a compactação do substrato; presença de outras plantas (competição e fatores físicos) e fatores físicos do solo; enterramento muito profundo. | Microrganismos (tanto por doenças como por interferências químicas externas a semente), aleloquímicos, presença de outras plantas, predação. |

Fonte: Ferreira & Borghetti, 2004.

2.4. TESTE DE GERMINAÇÃO PARA DETECÇÃO DE ATIVIDADE ALELOPÁTICA

A germinação é um processo menos sensível aos aleloquímicos em relação ao crescimento da plântula. Porém, para a quantificação experimental é muito mais simples por serem consideradas somente duas condições, germinada ou não (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Para a determinação de inibidores de germinação através de bioteste, Dietrich (1986) citado por Pereira, et al. 2002 afirma que a alface tem sido apontada como método eficiente. Isto se deve ao fato de a espécie ser muito sensível a presença de compostos aleloquímicos. No entanto, o uso da alface tem um problema. As reservas nutricionais que a semente da alface encerra não permitem um desenvolvimento expressivo da plântula sem o uso de nutrientes externos, limitando sua interpretação. Portanto, o uso de plantas daninhas mostrou-se mais favorável.

2.5. DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS EMPREGADAS

Segue a descrição das três espécies estudadas no experimento, com aspectos botânicos relevantes e importância agrônômica e social.

Primeira a *Murraya paniculata* (falsa - murta), Rutaceae, é uma árvore exótica de origem indiana, perenifólia, de altura entre 5 e 7 m, tronco ereto e copa

arredondada e compacta. Forma inflorescências de odor característico dispostas nas extremidades dos ramos ao longo de todo o ano. Forma ainda frutos tipo drupa, dispostos em cachos (LORENZI et al., 2003).

Com intuito de proporcionar uma aplicação mais próxima de uma situação real da interação entre as plantas em condição de campo, foram escolhidas duas espécies de ocorrência natural, o Picão-preto (*Bidens pilosa*) e o Caruru (*Amaranthus hybridus*). Um problema que a escolha gerou foi na falta de dados comparativos disponíveis de outros experimentos semelhantes para a discussão do resultado da análise.

A espécie *Bidens pilosa* L. da família Asteraceae popularmente conhecida por picão-preto, é uma planta infestante de lavouras, e áreas urbanas. É uma planta daninha de ciclo anual, herbácea, ereta, que atinge 40 - 120 cm de altura. É utilizada na medicina popular, na obtenção de matéria-prima de fitoterápicos ou ainda cultivada para a apicultura. Originária da América Tropical é uma planta infestante de importância primária, principalmente na região Centro-Sul do país por ser muito prolífera e de curto ciclo podendo produzir até três gerações em um ano. De propagação exclusiva por sementes, seu nome é caracterizado devido à síndrome de disseminação dada pela presença de pêlos aderentes em uma das extremidades sendo esta por zoocoria, (LORENZI, 2000; VIDAL & VIDAL, 2003).

Popularmente conhecido como caruru, a espécie *Amaranthus hybridus* (L.) Thell. pertencente a família Amaranthaceae é uma planta de ciclo anual, herbácea, ramificada, havendo espécimes com pigmentação vermelha ou não. Atingi altura de 40 - 100 cm sendo nativa da América Central. Sua propagação é exclusiva por sementes podendo um único exemplar produzir até 117 mil sementes. É utilizada na medicina popular e como alimento. Além da capacidade de infestação, a planta é hospedeira alternativa de nematóides do gênero *Meloidogyne* e do vírus do mosaico do fumo, (LORENZI, 2000). Existem divergências quanto à classificação taxonômica da espécie em duas variedades distintas ou sendo apenas considerada como variações não significativas a nível botânico. Na presente obra a planta é considerada apenas pelo nome científico, todavia, é enquadrada como *A. hybridus* var. *paniculatus*, caso se mostre necessária uma distinção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal – FAEF, no município de Garça (SP), no mês de julho de 2008. A metodologia empregada foi adaptada do trabalho de Souza, et al. (2007).

3.1. MATERIAL VEGETAL

3.1.1. EXTRATO AQUOSO

Para o preparo do extrato aquoso foram colhidos aproximadamente 3 kg de folhas frescas de falsa-murta (*Murraya paniculata*) no mês de junho de 2008 no Campus da FAEF, no município de Garça (SP) situada a latitude 22°12' S e longitude 49°39' W, no período da manhã.

O material coletado foi previamente lavado em água corrente e submetido à secagem em estufa de circulação forçada a 60 °C, sendo pesada diariamente uma

amostra de referência até que esta atingisse um peso constante, determinando assim sua completa secagem.

Após a secagem, todo o material foi triturado em um processador industrial até atingir a consistência de um pó fino. Deste pó foram coletadas duas amostras de 50 g e pesadas em uma balança semi-analítica. Posteriormente, cada amostra foi adicionada a uma garrafa de vidro âmbar para o preparo do respectivo extrato e reservada.

Para o preparo dos extratos aquosos foram adicionados 500 ml de água destilada a cada amostra e deixado em contato por 24 horas. Após este período, o extrato foi coado em papel filtro e armazenado em vidro. Um vidro contendo o extrato foi levado a banho-maria até que atingisse a ebulição e, em seguida, deixada para resfriar. Por último, foram colhidos 200 ml de cada extrato, isto é, 200 ml da solução fervida e 200 ml da não-fervida, e ambos diluídos a 50% formando duas soluções de 50% dos extratos nas condições fervida e não-fervida. No final do preparo, todos os extratos foram armazenados em geladeira até o momento do uso.

3.1.2. SEMENTES

As sementes de *Bidens pilosa* e *Amaranthus hybridus* foram coletadas nos meses de maio e junho de 2008 também no município de Garça, em áreas rurais e terrenos baldios.

Para o beneficiamento, as sementes foram misturadas em uma única amostra, sem critério de seleção, e submetidas à triagem para remoção de impurezas, limpeza, remoção das danificadas ou defeituosas.

Segundo Ferreira & Borghetti (2004), normalmente, em estudos de ecofisiologia da germinação, a população de plantas das quais serão coletadas as sementes é formada por um conjunto de indivíduos submetidos a condições bióticas e abióticas similares, em maioria. Portanto, nenhuma medida de classificação de sementes foi tomada.

Do montante foram retiradas cinco subamostras de 500 sementes totalizado 2500 unidades de cada espécie. Após, elas foram submetidas a um processo de assepsia pelo mergulho em solução de hipoclorito de sódio a 5% por dois minutos, seguida por uma solução alcoólica a 70% por um minuto. Finalmente lavadas em água destilada e deixadas para secar sobre papel-filtro previamente esterilizado.

As Regras para Análises de Sementes (RAS) recomendam alguns tratamentos para o estudo de germeabilidade de sementes, como a superação da dormência, quando necessário. Estabelece ainda regras fixas para o manejo e condução do ensaio. No entanto as próprias RAS não dispõem de informações para a espécie *B. pilosa*, embora exista para o *A. hybridus*. Sendo assim, somente a segunda recebeu o tratamento sugerido.

Este tratamento consistiu no fornecimento de luz para as sementes pelo período de 16 h, e o pré-resfriamento a 5 - 10°C por sete dias. A RAS recomenda ainda o tratamento com KNO₃, o qual não foi adotado neste experimento.

Dada a falta de informações para a *B. pilosa* nas RAS, algumas medidas foram tomadas baseadas em trabalhos descritos. Yamashita et al. (2005) observaram na espécie *B. pilosa* sensibilidade a luz. Segundo os autores, as sementes desta planta daninha apresentaram maior germeabilidade quando comparadas a sementes plantadas em profundidade no solo, comprovando que a luz estimula sua germinação. Portanto, as sementes foram submetidas ao processo de fornecimento de luz junto com as sementes de *A. hybridus* pelo mesmo período.

A câmara de germinação foi esterilizada com álcool 70% e deixada aberta para secagem. A temperatura regulada para 25 °C constantes. A água foi adicionada para manutenção da umidade da câmara de acordo com sua capacidade.

3.2. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a análise do efeito alelopático sobre as sementes foram usadas caixas Gerbox® com duas folhas de papel filtro quadrado no fundo. Todo o material foi previamente esterilizado com solução de hipoclorito a 5% e lavado com água destilada.

Para facilitar a observação, as sementes foram arranjadas linearmente no interior das caixas de germinação. Cada caixa conteve 100 sementes das duas espécies de plantas daninhas. No total foram usadas 25 caixas de germinação.

Do extrato foram adicionadas 2,5 vezes o peso do papel em líquido para intumescer o papel-filtro, segundo recomendações das RAS. Igualmente para a amostra-controle foi adicionado o peso em água destilada. As caixas foram dispostas sorteadas dentro da câmara de germinação. A umidade do papel-filtro foi mantida pela adição diária dos extratos ou água, conforme o tratamento.

3.3. ANÁLISE DE VARIÁVEIS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 2 mais testemunha com cinco repetições. Cada tratamento correspondeu a uma caixa gerbox contendo 100 sementes de cada espécie. Os tratamentos empregados foram o extrato aquoso de *Murraya paniculata* nas concentrações de 100% e 50%, em duas condições, fervida e não-fervida, mais o controle em água. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente e comparados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Cada espécie foi analisada separadamente.

A Porcentagem de germinação ou germeabilidade (%G) foi dada pelo número de sementes germinadas que apresentaram plântulas saudáveis. A germeabilidade é expressa pela seguinte fórmula: $\%G = (\sum n_i \cdot N^{-1}) \cdot 100$ onde $\sum n_i$ é o número total de sementes germinadas e N o número total de sementes dispostas para germinar. Como no ensaio o N foi igual a 100, a fórmula pode ser simplificada para $\%G = \sum n_i$ representando a porcentagem de sementes germinadas (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Entretanto, este teste não reflete o tempo necessário para atingir a porcentagem final. Para isso foi adotado o índice de velocidade de germinação (IVG). De acordo com os autores supracitados, a alelopatia pode interferir na velocidade da germinação. Por isto a coleta de dados deve ser diária ou em períodos mais curtos que 24 horas. Portanto, para determinar a curva de distribuição da germinação foi adotada a frequência de coleta de dados diária, sempre na mesma hora do dia.

O IVG é uma medida quantitativa que relaciona o número de sementes germinadas pelo número de dias da semeadura. Segundo Maguire, 1962 apud Ferreira & Borghetti (2004), o índice dá ao processo um caráter cinético permitindo visualizar o tempo necessário para atingir as contagens expressas pela %G. O IVG é dado pela seguinte fórmula: $IVG = G_1 / N_1 + G_2 / N_2 + \dots G_n / N_n$ onde G é o número de sementes germinadas e N é o número de dias desde a semeadura.

As sementes germinadas foram removidas das caixas gerbox para evitar a dupla contagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode ser observado que houve atividade incomum nas sementes de ambas as espécies testadas quando tratadas com o extrato de *M. paniculata*. Como pode ser observado na Tabela 2 e Tabela 3, os tratamentos diferiram estatisticamente. A *B. pilosa* foi a que apresentou maior germeabilidade na amostra controle embora não tenha recebido tratamento específico dado pelas RAS.

Tabela 2. Extrato aquoso de falsa-murta sobre a porcentagem de germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de picão-preto em duas concentrações e condições de fervido e não fervido, mais testemunha, submetidas ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

| Tratamento | %G | IVG |
|------------------|---------|---------|
| Controle em água | 82,25 a | 08.84 a |
| 50% não fervido | 27,50 b | 01.61 b |
| 50% fervido | 01,20 c | 00.17 b |
| 100% não fervido | 01,40 c | 00.11 b |
| 100% fervido | 00,00 c | 00.00 b |
| CV (%) | 27,03 | 50.04 |

Médias seguidas das mesmas letras dentro das mesmas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Extrato aquoso de falsa-murta sobre a porcentagem de germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de caruru em duas concentrações e condições de fervido e não fervido, mais testemunha, submetidas ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

| Tratamento | %G | IVG |
|------------------|---------|---------|
| Controle em água | 21,40 b | 02.90 a |
| 50% não fervido | 43,67 a | 01.15 b |
| 50% fervido | 00,25 c | 00.08 c |
| 100% não fervido | 0,40 c | 00.08 c |
| 100% fervido | 00,00 c | 00.00 c |
| CV (%) | 33,86 | 50.04 |

Médias seguidas das mesmas letras dentro das mesmas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Ficou também evidente que os tratamentos com extrato a 100% tanto na condição de fervido como de não fervido exerceu maior inibição da germinação. Pode, porém, ser observado que o tratamento com o extrato diluído a 50% na condição de fervido exerceu o mesmo efeito dos de concentração superior.

Embora estatisticamente não diferente, o tratamento com extrato 100% e fervido foi o único que inibiu por completo a germinação durante o período testado em ambas as espécies de plantas daninhas. Na mesma concentração, o extrato não fervido permitiu uma mínima, mas não significativa germinação quando submetida ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

Souza et al. (2007) obtiveram resultados parecidos ao tratarem sementes de alface com extrato de aroeira nas mesmas concentrações e condições de fervido e não fervido. Porém, observaram que houve um percentual de germinação em ambas as condições, fervido e não fervido, nas concentrações de 100%.

O curioso é o percentual apresentado para o extrato não fervido a 50%. Para a espécie *B. pilosa* houve redução na porcentagem de germinação, mas para o *A. hybridus* houve acréscimo.

O efeito alelopático necessariamente não precisa ser negativo sobre a germinação de plantas. Embora o efeito seja resultado da composição do aleloquímico e a resposta possa diferir entre espécies submetidas ao produto, em algumas situações pode haver uma sinergia na germinação devido à presença da substância alelopática.

Esta foi a observação do estudo realizado por Haber et al. (2008) ao submeterem sementes de cenoura (*Daucus carota*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*) no extrato aquoso de *Ascophyllum nodosum*. Os autores observaram um aumento significativo na germinação das sementes de tomate tratadas com o extrato.

Santiago et al. (2008) também relatam que a ação alelopática de extrato aquoso de *Impatiens walleriana* acelerou a germinação de sementes de cevada, assim como induziu plântulas maiores em relação ao controle em água.

Embora não se possa afirmar definitivamente a causa da alteração do comportamento germinativo do *A. hybridus*, pode ser observado um aumento significativo no percentual germinativo na presença do extrato diluído a 50% na condição de não fervido. Neste caso, a razão mais provável é o atraso da germinação da espécie devido à ação do extrato, porém o fato não justifica o aumento do percentual germinativo com diferença estatística no incremento da taxa de germinação obtida.

Weidenhamer et al. (1987 apud Ferreira & Aquila, 2000) notaram redução na atividade alelopática pelo aumento do número de plântulas colocadas na placa de Petri durante o ensaio. Notaram também que, com a adição de quantias maiores da substância contendo o aleloquímico a redução do efeito cessou provando assim que a quantidade do bioativo deve ser proporcional a quantidade de material em estudo, no caso, as plântulas.

Com isto talvez possa ser apontada a causa do incremento na germinação da espécie como uma variação não controlada da concentração do extrato para este tratamento.

O processo de germinação pode ser considerado nas seguintes etapas: embebição, aumento da respiração, síntese de enzimas, digestão enzimática das reservas, mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica, crescimento e diferenciação dos tecidos (POPINIGIS, 1977 apud MARCOS FILHO, 2005).

A porcentagem de germinação obtida em laboratório representa a porcentagem de sementes que produziram plântulas normais sob condições e limites de tempo estabelecido pelas RAS. Estas condições são padronizadas consideradas ótimas e destinadas à obtenção de máxima germinação, rápida e completa da amostra avaliada. As condições incluem disponibilidade de água, areação, temperatura, luminosidade, características de substrato, materiais e equipamentos. São também estabelecidos limites de tempo e superação de dormência (MARCOS FILHO, 2005).

O coeficiente de variação do ensaio, de maneira geral, foi de médio a alto. Isto indica que houve uma variação ocasionada por possíveis erros. Segundo os

parâmetros de classificação do valor do CV apresentado por Pimentel-Gomes & Garcia (2002), para experimentos conduzidos em ambientes controlados como laboratórios, o comum é um CV baixo, em torno de 5%. Porém, relatam que experimentos com adubos podem superar 50%.

A identificação da razão pela alteração na germinação em si não pode ser constatada, não sendo objetivo deste estudo. Porém, identificar as possíveis causas de variação do padrão da germinação pode auxiliar na busca por uma resolução plausível.

As alterações no padrão da germinação, segundo Ferreira & Aquila (2000), podem ser resultado de efeitos sobre a permeabilidade das membranas, transcrição e tradução do DNA, funcionamento de mensageiros secundários, respiração por seqüestro de O₂, conformação de enzimas e receptores, ou a combinação destes fatores.

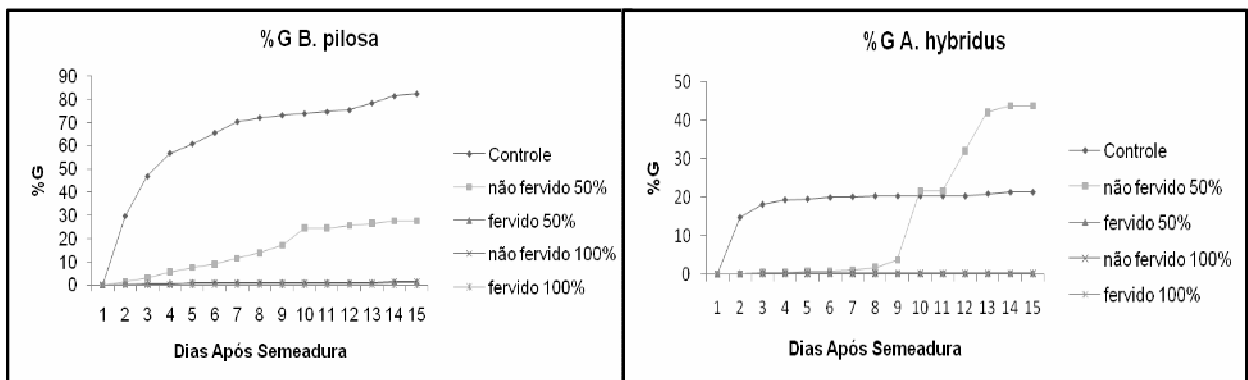


Figura 1. Curva de distribuição de germinação de sementes de *Bidens pilosa* submetidas a diferentes tratamentos de extrato de *Murraya paniculata*. **Figura 2.** Curva de distribuição de germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* submetidas a diferentes tratamentos de extrato de *Murraya paniculata*.

Fonte: Arquivo pessoal.

Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com a definição de Brasil (1992), a germinação de sementes em laboratório é dada pela emergência e desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, demonstrando assim aptidão para produzir uma planta normal em campo estando sob condições favoráveis.

A classificação dada pelas RAS é de Plântula Intacta a que pode apresentar pequenos defeitos ou infecção secundária (não originária da semente), desde que possa formar uma planta normal; Plântula anormal uma planta danificada que não pode desenvolver proporcionalmente; Plântula deformada a que apresenta desenvolvimento fraco ou com distúrbios fisiológicos ou com estruturas essenciais deformadas ou desproporcionais e; Plântula deteriorada a que apresenta infecção primária.

A avaliação da normalidade das plântulas é importante, pois embora germinadas elas possam apresentar anomalias resultantes da atividade alelopática do extrato, inviabilizando a formação de uma planta saudável em condições de campo (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

No experimento puderam ser observadas diferentes situações. Estas poderiam ser classificadas em sementes não germinadas, falsa germinação por

expansão do embrião devido à embebição, emissão da radícula seguida de necrose e morte, emissão da radícula sem curvatura geotrópica definida e formação de plântula anormal, e por último plântulas normais apresentando pequenas manchas necróticas ou não.

Igualmente pode ser definida como plântula completa as plântulas de *A. hybridus*. Estas apresentaram plântulas intactas com ocorrência de eventuais necroses na raiz, mas que aparentemente não impediriam o estabelecimento da planta em condições de campo. Pode ser observado que em alguns casos a raiz primária não apresentou a curvatura geotrópica. Estas mesmas sementes não formaram indivíduos normais. De maneira geral pode ser observada uma menor incidência de pequenas manchas necróticas no sistema radicular de *A. hybridus* em relação a *B. pilosa*.

Segundo Ferreira & Borghetti (2004), substâncias alelopáticas podem induzir anomalias nas plântulas como necrose radicular, um sintoma comum neste tipo de teste. Pawlowski & Soares (2007), além de observarem percentual germinativo significativamente menor em sementes de alface tratadas com extratos de espécies do gênero *Schinus* comparadas com as sem tratamento, puderam também relatar diferenças significativas no comprimento médio das raízes das plântulas. Observaram ainda alterações morfológicas nas raízes como ausência de pêlos absorventes, redução e ausência da zona de crescimento e necrose.

Lustosa et al. (2007) observaram em estudo realizado com extrato de *Piper* sp. sobre sementes de alface que, além da redução do percentual germinativo, um alto índice de plantas deformadas com necrose radicular e inversão do gravitropismo foram formadas. Todavia, os efeitos morfológicos oriundos da ação alelopática nas plantas são apenas uma sinalização de ações ocorridas a nível molecular e celular. No momento ainda há escassez de informações sobre estes mecanismos.

De acordo com Marcos Filho (2005), o principal objetivo dos testes de germinação é a obtenção de dados para determinação do valor das sementes para a semeadura, e para comparação de diferentes lotes da mesma semente. Baseado nesta observação a definição do objetivo das regras para análise de sementes estabelecidas por Brasil (1992) é obter dados técnicos para qualidade da semente em si, e não voltado para testes com substâncias de interferência ou estresse.

Sendo assim, embora todos os parâmetros de classificação de normalidade das plântulas tenham se baseado nas RAS, a pesquisa carece de uma classificação exclusiva para testes de germinação cujo objetivo se assemelhe a detecção de atividade alelopática. De acordo com Ferreira & Borghetti (2004), diversos trabalhos sobre o tema têm sido publicados discutindo os parâmetros adotados para testes de germinação sob situações distintas ao ideal.

É conhecido que muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a germeabilidade, mas sobre a velocidade de germinação. A ação do aleloquímico pode provocar alterações na curva de distribuição de germinação das sementes alongando a curva pelo eixo do tempo. Os efeitos da atividade alelopática são mais comuns sobre as plântulas, embora possam agir sobre a germinação (FERREIRA & AQUILA, 2000). Segundo Ferreira & Borghetti (2004), esta distribuição errática reflete o fenômeno que denomina ruído informacional, que é a interferência do ambiente que bloqueia ou retarda os processos metabólicos envolvidos.

Silva et al. (2007) observaram que, ao tratarem sementes de petúnia (*Petunia integrifolia*) com extrato aquoso de *Malva silvestris* e *Artemisia camphorata* não houve redução da germinação, porém observaram que houve uma redução significativa no índice de velocidade de germinação.

Os índices de velocidade de germinação obtidos também foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, como pôde ser observado na Tabela 3. Nesta análise, pode ser observado que o tratamento em água diferiu estatisticamente dos demais tratamentos havendo maior índice de germinação em menor tempo para ambas as espécies.

Porém, para o *A. hybridus* o tratamento com extrato não fervido diluído a 50% mostrou-se superior aos demais. Igualmente pode ser abordada a questão quanto ao percentual germinativo do tratamento. O diferencial aqui é que mesmo com maior taxa germinativa a diferença estatística prova um índice significativamente inferior ao controle em água. O que pôde ser definido baseado nesta observação é que, embora tenha ocorrido possivelmente algum erro de procedimento, o extrato interferiu negativamente na velocidade de germinação das sementes desta espécie.

Além da atividade alelopática em si, outros fatores podem interferir na qualidade e resultados da análise que costumam ser omitidos ou descartados.

Segundo Ferreira & Borghetti (2004), em experimentos com extratos aquosos sobre a germinação de sementes, a perda da água por evaporação pode alterar a concentração do extrato influenciando sua ação. Os autores ainda recomendam o uso de filme plástico para vedar os recipientes empregados para o ensaio, no caso, as caixas gerbox. Neste ensaio, nenhuma medida de vedação foi tomada para evitar a perda por evaporação da água e o conseqüente aumento na concentração dos extratos. Isto pode ter alterado o resultado observado de toda a análise.

A época de colheita do material para a obtenção do extrato pode ter influenciado sua qualidade. Jacobi & Ferreira (1991 apud Ferreira & Borghetti, 2004) observaram que ao coletarem folhas de *Mimosa bimucronata* (maricá) em diferentes épocas do ano para a aplicação de seu extrato em sementes de hortaliças, as respostas das plantas eram distintas chegando a apresentar ou não, sensibilidade ao aleloquímico. O andamento diário do metabolismo primário, com formação de cadeias que variam nas diferentes horas do dia, tem repercussões no metabolismo secundário, podendo também ser influenciado pelas estações do ano.

Outra possibilidade de alteração nos resultados da análise apontados por Ferreira & Borghetti (2004) é a presença de substância como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos no extrato que influenciam na concentração iônica do meio e são osmoticamente ativos. Portanto, o controle do pH e da concentração dos extratos brutos é fundamental. Porém, nenhuma medida de controle ou mensuração foi adotada.

Na natureza as inter-relações são complexas e freqüentes, sendo muitas vezes o efeito das substâncias bioativas não evidente para uma classificação clara (LARCHER, 1994).

O que não foi considerado neste trabalho é o fato de, em condições naturais, a concentração de uma substância dificilmente será tão alta quanto à testada neste experimento. Outra consideração ignorada é a viabilidade das sementes em um ambiente natural e a possibilidade de superação gradativa da ação do possível aleloquímico presente. Rodrigues et al. (1999) apud Ferreira & Aquila (2000) relataram que a resteva de trigo (*Triticum aestivum*), aveia-preta (*Avena strigosa*) e centeio (*Secale cereale*) não afetaram a germinação de culturas de verão como o milho (*Zea mays*), o feijão (*Phaseolus vulgaris*), e a soja (*Glicine Max*), porém, afetou o crescimento destas culturas.

A repetição do experimento usando como substrato areia ou solo poderia expressar melhor os possíveis efeitos alelopáticos da *Murraya paniculata*, assim

como o uso de folhas frescas inteiras ao invés de secas e trituradas, de forma semelhante ao que ocorre em condições naturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes de germinação aplicados permitiram estudar a interferência do extrato aquoso no processo germinativo das plantas daninhas. Porém, propiciou uma visão limitada da interação do fator na germinação, uma vez que pode ter sua ação influenciada por outros fatores quando na natureza, o que não ocorre em condições de laboratório.

A contagem da germinação se limitou quantificar o número percentual de sementes germinadas que formaram plântulas normais. Porém, no decorrer do experimento puderam ser observados diferentes estágios de germinação e desenvolvimento, em especial para a espécie *Bidens pilosa* (picão-preto). Sendo assim, a análise careceu de uma classificação qualitativa e quantitativa dos diferentes estágios observados de forma a aprofundar mais os relatos discutidos.

A espécie *B. pilosa* apresentou maior germinação em relação à espécie *A. hybridus* em todas as situações estudadas.

Para o tratamento com extrato não fervido diluído a 50% na espécie *A. hybridus* o incremento na porcentagem de germinação mostrou-se superior ao controle em água. Baseado no Coeficiente de Variação alto para o teste é possível determinar que algum erro de procedimento tenha ocorrido. Portanto deve ser considerado a repetição do ensaio com maior controle dos fatores influentes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, E. E. de L. e, et al. Avaliação de Substância Inibidora em Sementes de Pimenteira (*Xilopia sericea* St. Hill.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 87 – 90, 1987.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 1992, 365 p.

FERREIRA, A. G., AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma Área Emergente da Ecofisiologia. **Rev. Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 12, p. 175 – 204, 2000.

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

HABER, L. L. et al. **Alelopatia do Extrato Aquoso de *Ascophyllum nodosum* na germinação de cenoura e tomate**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0609.pdf> Acesso em: 20 out. 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 1994, 531 p.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2000, 640 p.

LORENZI, H., et al. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum, p. 332, 2003.

LUSTOSA, F. L. F., et al. Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de *Piper aduncum* L. e *Piper tectoniifolium* Kunth na Germinação e Crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 849 – 851, 2007.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495 p.

MOLISH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie**. Berlin: Jena Fisher, p.30, 1937.

PAWLOWSKI, A., SOARES, L. G. Inibição da Germinação e do Crescimento Radicial de Alface (*Lactuca sativa* cv. Grand Rapids) por Extratos Alcoólicos de Espécies de *Schinus* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 666 – 668, 2007

PEREIRA, C. E., et al. Determinação de Inibidores de Germinação no espermoderma de Sementes de Café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.1, p. 306 – 311, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F., GARCIA, C. H. **Estatística Aplicada a Experimentos Agrônômicos e Florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 309 p.

SANTIAGO, S. A., et al. Efeito Alelopático do Extrato de *Impatiens walleriana* Sobre Sementes de Cevada. **Revista Científica ConSCIENTIALE Saúde**, São Paulo: Uninove, v. 1, p. 17 – 20, 2008.

SEVERINO, L. S., et al. **Alelopatia de Plantas Daninhas sobre a Mamoneira**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/061.pdf> Acesso em: 01 nov. 2008.

SILVA, J. P. et al. **Efeito Alelopático In vitro de *Malva sylvestris* e *Artemisia camphorata* na Germinação e Desenvolvimento de Sementes de Petúnia (*Petunia integrifolia*)**. Anais. Caxambu (MG): VIII Congresso de Ecologia do Brasil, p. 1 – 2, 2007.

SOUZA, et al. Alelopatia do Extrato Aquoso de Folhas de Aroeira Na Germinação de Sementes de Alface. Mossoró (RN): **Revista Verde** v. 2, n. 2, p. 96 – 100, 2007.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 311 - 319.

TOKURA, L. K., NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de Cultivos de Cobertura Vegetal sobre Plantas Infestantes. **Revista Acta Sci. Agron.** Maringá (PR), v. 28, n. 3, p. 379 – 384, 2006.

VIDAL, W. N., VIDAL, M. R. R. **Botânica Organografia: Quadros Sinóticos Ilustrados de Fanerógamas**. 4ª ed. Viçosa: UFV, 2003, 124 p.

VIEIRA, A. R. **Estudos de compostos fenólicos na dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e eficiência de tratamentos pré-germinativos**. Dissertação Mestrado. Lavras: UFLA, 1991, 58 p.

YAMASHITA, O. M., et al. Efeito de Profundidade de Semeadura na Emergência de Picão-preto (*Bidens pilosa*) e Fedegoso (*Cassia occidentalis*). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, p. 84 – 91, 2005.