



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
ENGENHARIA AGRONÔMICA

NATÁLIA CÉZARI RODRIGUES

Alelopatia no manejo de plantas daninhas

Sete Lagoas

2016

NATÁLIA CÉZARI RODRIGUES

Alelopatia no manejo de plantas daninhas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João Del Rei como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Área de concentração: Plantas Daninhas

Orientador: Cidália Gabriela Santos Marinho

Sete Lagoas
2016

NATÁLIA CÉZARI RODRIGUES

Alelopatia no manejo de plantas daninhas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João Del Rei como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Sete Lagoas, 23 de Junho de 2016

Banca Examinadora:

Dr. Décio Karam – Embrapa Milho e Sorgo

Prof. Amilton Ferreira da Silva – UFSJ

Prof^ª. Cidália Gabriela Santos Marinho – UFSJ
Orientador

*Dedico este trabalho especialmente
para minha família que tanto amo.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por possibilitar a finalização de mais uma etapa e pelas bênçãos concedidas a mim e a minha família.

Aos meus pais, Marconi e Fia, pelo amor incondicional, apoio, confiança e por estarem sempre presentes.

À minha irmã Bárbara, pela preocupação, torcida e inúmeras ajudas.

Ao meu avô Osmar, por compartilhar comigo sua sabedoria.

Aos meus avós Olga, Bárbara e Waldemar, que mesmo não estando mais aqui, eu sei que estão cuidando de mim.

Às minhas tias, pela torcida e orações infinitas.

As 'Amoras', pela amizade e companheirismo.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, especialmente Leonara, Talita, Gabriela, Gisele e Tamires que tornaram a caminhada mais leve e agradável.

À Dra. Cidália Gabriela, pelos ensinamentos, paciência, compreensão e orientação.

Ao Dr. Décio Karam, pela oportunidade, ensinamentos e presteza.

Aos amigos de estágio, Isabella, Wilton, Camila, Valeriano, Geraldo e Davidson pelos momentos de aprendizagem e alegrias.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para mais essa vitória.

RESUMO

As plantas daninhas são consideradas um dos grandes problemas na agricultura, por serem indicadas como responsáveis por significativos prejuízos nas grandes culturas. Elas podem reduzir a produção agrícola em torno de 30 a 40%, diminuem a qualidade do produto comercial, além do seu elevado custo de manejo, podendo chegar a 30% do custo total de uma produção. Em razão disto, o controle das plantas daninhas precisa ser realizado. Dentre as práticas de controle disponíveis a mais utilizada no Brasil e no mundo é o emprego de herbicidas, sendo o Brasil o maior consumidor desta classe de agrotóxicos. Porém, o uso indiscriminado e incorreto dos produtos químicos têm provocado danos ao meio ambiente e a saúde humana. Por este motivo, o emprego de métodos alternativos no controle tem conquistado um destaque cada vez maior, tanto por parte dos agricultores quanto dos pesquisadores. O uso da alelopatia constitui em uma alternativa ao controle químico, entretanto, pouco é conhecido sobre a sua utilização. A alelopatia é definida como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou maléfico que uma planta realiza sobre outra, através da liberação de substâncias secundárias no ambiente. Esse aspecto merece ser melhor investigado com a finalidade de utilizar a alelopatia no controle de plantas daninhas no campo. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca da utilização da alelopatia no manejo de plantas daninhas.

Palavras-chave: Compostos secundários. Aleloquímicos. Controle de plantas daninhas.

ABSTRACT

The weeds are considered one of the major problems in agriculture, for be indicated to responsible for significant prejudice in large cultures. They can reduce the agricultural production for about 30 to 40% and decrease the amount of commercial product, beside their high management cost, reaching 30% of the production total cost. Because of it, the weeds controlling needs to be done. Among the available controlling practices, the most used in Brazil and in the world is the herbicide employee, with Brazil being the biggest consumer of this agrotoxin. However, the indiscriminate and wrong use of chemical products has resulted in environment and human healthy damage. For this reason, the alternative methods employment in controlling have obtained an increased emphasis by the farmers and researchers. The allelopathy use is a chemistry controlling alternative, however has its application low known. The allelopathy is defined by any direct or indirect, positive or negative effect which a plant performs under other, through the release of secondary substance on the environment. This aspect deserves to be investigated with the aim of using allelopathy in weed control in the field. Thus, the objective was to conduct a literature review on the use of allelopathy in weed management .

Keywords: Secondary compounds. Allelochemicals. Weed control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vias de liberação dos agentes alelopáticos	19
Figura 2 - Fitotoxicidade do extrato aquoso de leucena sobre picão (a) e caruru (b). Detalhe quanto aos sintomas crescentes em resposta as diferentes doses do extrato...	27
Figura 3 - Molécula de dopamina (a), epinefrina (b) e norepinefrina (c).....	29
Gráfico 1 - Média da germinação do picão exposto a diferentes doses de extrato de caule e folha de bananeira	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies com potencial alelopático sobre espécies comerciais.....	23
Tabela 2 - Quantidade de catecolaminas em espécies vegetais.....	30
Tabela 3 - Alterações no comprimento da raiz, na massa fresca e na massa seca da raiz de plântulas de soja tratadas com dopamina por 24 horas.....	31

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Referencial Teórico	12
2.1. Plantas Daninhas.....	12
2.2. Alelopatia.....	17
2.3. Efeito positivo da alelopatia	20
2.4. Efeito negativo da alelopatia.....	21
2.5. Catecolaminas	28
2.6. Dopamina.....	31
3. Considerações finais	33
4. Referências bibliográficas	33

1. Introdução

O Brasil, país essencialmente agrícola, supre as necessidades internas e externas de produtos da dieta humana e animal (TENÓRIO, 2011). As condições favoráveis de realização de plantio de lavouras e o clima adequado a essa atividade propicia as atividades agrícolas constantemente. No entanto, a utilização de amplas áreas de cultivo e ainda cultivos que se estendem ao longo do tempo, trazem problemas fitossanitários que os agricultores precisam contornar. A exemplo disto temos a utilização de agrotóxicos. Mesmo havendo legislação que regulamente o seu uso, é comum a ocorrência de contaminação do homem do campo, do consumidor desses produtos e ainda a contaminação ambiental em decorrência do uso incorreto de inseticidas, fungicidas, herbicidas etc.

Esses problemas tem levado a comunidade científica a iniciar buscas por métodos alternativos para o controle de problemas fitossanitários como pragas e plantas daninhas.

O controle de plantas daninhas por exemplo, é comumente realizado com herbicidas (SILVA; SILVA, 2007), o que promove o alto consumo dessa classe de agrotóxico. De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG, 2015), os gastos com herbicidas no Brasil em 2012 atingiram US\$ 3.135.218 bilhões de dólares. Vale ressaltar que dentre os problemas fitossanitários nas lavouras o manejo de plantas daninhas é o que mais consome agrotóxicos, seguido de inseticidas e fungicidas (KARAM, 2007; SINDAG 2012).

Para o controle de plantas daninhas, é conhecido que além da utilização de herbicidas, outras estratégias de manejo encontram-se disponíveis. Entre essas podemos listar práticas preventivas, culturais, mecânicas, físicas e o controle biológico. Essas práticas são geralmente pouco utilizadas devido a diversos fatores, como por exemplo necessidade de mão-de-obra. No que diz respeito ao manejo de plantas daninhas e ao controle biológico, a utilização da alelopatia constitui uma alternativa ao controle químico, entretanto, pouco é conhecido sobre a sua utilização.

A alelopatia é uma prática antiga, inclusive com registros de efeitos negativos de determinadas plantas sobre outras (MACHADO, 1987; DEUBER, 2006).

É conhecido que a alelopatia atua influenciando indivíduos, seja de forma maléfica ou benéfica. Esse processo é possível devido a liberação de substâncias produzidas por uma planta, denominadas aleloquímicos (RIZVI et al., 1992). Segundo

RICE (1984) alelopatia é qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente.

Toda a planta é fonte de substâncias alelopáticas, ou seja, sementes, frutos, flores, folhas, caules e raízes contêm aleloquímicos, em composição e quantidades variadas, dependendo da espécie, conforme estudos de Putnam (1985). A concentração dos compostos ocorrem principalmente nas folhas, caule, flores e raízes (MOREIRA, 1979).

De acordo com Gomes et al. (2013) as substâncias aleloquímicas podem interferir nas plantas superiores suprimindo a germinação, causando injúrias durante o processo de crescimento da raiz e meristemas, inibindo assim, o desenvolvimento da planta.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca da utilização da alelopatia no manejo de plantas daninhas.

2. Referencial Teórico

2.1. Plantas Daninhas

Quando alguma espécie vegetal interfere de forma negativa em determinada atividade humana, ela é considerada uma planta daninha, mesmo que seja cultivada, ou seja, uma planta de soja na cultura do milho é tão desvantajoso quanto uma tiririca, sendo assim, ambas classificadas como planta daninha, mesmo a soja possuindo uma importância comercial (SILVA; SILVA, 2007).

As plantas daninhas afetam a agricultura, sendo a competição a forma mais conhecida, uma vez que as plantas daninhas competem com as culturas por recursos limitados no meio-ambiente, como água, luz, espaço e nutrientes. A planta cultivada pode sofrer interferência de certas espécies de plantas invasoras alelopaticamente. A qualidade do produto também é prejudicada, por causa da presença das plantas daninhas. Com isso, há um aumento do custo de produção da lavoura e uma diminuição de sua produtividade, causando sérios danos econômicos no campo, o que pode culminar na redução do valor da terra, devido a ocorrência de plantas daninhas de difícil controle (DEUBER, 2006).

As plantas daninhas ocorrem nas lavouras prejudicando o cultivo, mas podem também prejudicar a saúde do homem, causando intoxicação alimentar, reações alérgicas e problemas de pele . Os efeitos negativos podem também ser observados nas áreas urbanas, pois dificultam a visibilidade nas estradas, impedem a recreação em parques, atrapalham a beleza de jardins e servem de abrigo para animais peçonhentos. Nas pastagens, reduzem a capacidade de lotação das áreas, algumas espécies podem ferir os animais, até mesmo provocar sua morte ou influenciar no sabor do leite, quando ingeridas por animais em lactação. (DEUBER, 2006).

Além das influências já relatadas, as plantas daninhas podem ainda serem parasitas de espécies de importância agrônômica, assim como hospedeiras alternativas de organismos maléficos as espécies cultivadas. Podem também prejudicar algumas práticas culturais, tais como a colheita da cultura, dificultando a operação das máquinas, reduzindo a eficiência da colheita e elevando as perdas.

As perdas ocasionadas pelas plantas daninhas são inúmeras. De acordo com Lorenzi (2000), estas perdas reduzem a produção agrícola em 30% a 40%, em média, dependendo da espécie infestante, do tipo de cultivar e a amplitude de interferência sofrida pela cultura (VOLL et al., 2002). No Brasil a perda da produção anual das principais culturas é de aproximadamente 58,2%, devido as plantas daninhas (GOELLNER,1993). Na cultura da soja houve uma diminuição de 40% no número de legumes por planta, em consequência da competição com a espécie *Euphorbia dentata* (JUAN et al., 2003). Na produção de milho manejado de maneira convencional as perdas provocadas pela a interferência de plantas invasoras podem chegar a 85% (RIZZARDI et al., 2004).

Devido a esses aspectos citados, as plantas daninhas são consideradas um dos grandes problemas na agricultura, sendo indicadas como responsáveis por significativos prejuízos nas grandes culturas (KARAM et al., 2006; GAZZIERO et al., 2011). O custo de manejo destas fica em torno de 20 a 30% do custo total de produção. Além do prejuízo com o manejo, temos a redução da produtividade da cultura e a diminuição da qualidade do produto comercial (BIANCHI, 1995). A interferência na forma de competição e de alelopatia ocorre de maneira diferente, pois na competição há a redução de um ou mais fatores ambientais primordiais para o desenvolvimento das espécies em um mesmo ecossistema, enquanto que na alelopatia adiciona-se um fator ao meio, que são as substâncias aleloquímicas (ALVES, 1992) as quais podem suprimir o desenvolvimento de plantas de interesse econômico como arroz, algodão, milho, aveia,

trigo, feijão, soja, braquiária, hortaliças, frutíferas entre outras.

As plantas daninhas são a causa de muitos problemas, tanto no meio rural quanto no urbano. Devido aos fatores citados anteriormente fica clara a necessidade de se realizar o seu controle.

Vários são os métodos de controle disponíveis para as plantas daninhas, entre esses têm-se o método preventivo, biológico, cultural, mecânico, físico e químico (DEUBER, 2006). O controle preventivo possui como finalidade evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de uma espécie invasora em uma área onde não há relatos de sua ocorrência. Para impedir o alastramento das plantas daninhas deve-se fazer uso de sementes e mudas certificadas, livres de propágulos das espécies infestantes. É importante limpar máquinas, equipamentos e vestimentas, principalmente na transição de uma área para outra. Além disso, os animais precisam passar por um período de quarentena a fim de evitar disseminação de diásporos nas fezes. É necessário um cuidado com rios e áreas vizinhas também, pois os diásporos são facilmente disseminados através do vento e da água (DEUBER, 2006).

No controle biológico, a redução das plantas daninhas acontece devido a incidência de inimigos naturais, tais como, bactérias, fungos, vírus, insetos, etc (VICTORIA FILHO, 2000). Como exemplo de utilização bem sucedida deste método de controle temos o emprego da ferrugem (*Puccinia chondrillina*), que é um fungo fitopatogênico, no controle da planta daninha *Chondrilla juncea* na Austrália (KLAIC et al., 2015). No caso de espécies como *Sennecio jacobaea*, *Carduus nutans*, *Eichhornia crassipes*, *Pistiastratioides* e *Alternanthera philoxeroides* encontradas nos Estados Unidos e no Canadá, o controle é realizado com insetos fitófagos (MCFADYEN, 1998). O inseto *Agasicles hygrophila* (Coleoptera) reduziu a população da planta exótica *Alternanthera philoxeroides* em Porto Rico (ABREU; SEMIDEY, 2000).

O controle cultural possui como objetivo usar práticas de manejo, a fim de reduzir quantitativamente as plantas daninhas. A rotação de culturas, a adubação verde, o uso de cobertura morta, a escolha do espaçamento e da densidade de plantas, assim como a escolha da época de plantio, são algumas das práticas adotadas neste tipo de controle (REGNIER; JANKE, 1990). A escolha do espaçamento é um método de controle cultural, pois quanto menor for o espaçamento entre linhas de plantio e o espaçamento entre plantas, mais rápido ocorrerá o fechamento da cultura, sendo mais eficaz o controle de plantas invasoras (LIEBAMN et al., 2001). A cobertura morta altera as condições de umidade e temperatura do solo, reduzem suas amplitudes, liberam

compostos aleloquímicos e funcionam como barreira física, dificultando ou até mesmo impedindo a germinação das plantas daninhas (VELINI; NEGRISOLI, 2000). A rotação de cultura visa diversificar o cultivo explorado em uma mesma área, assim a intensidade de competição e as interferências alelopáticas são modificadas, permitindo a utilização de herbicidas com mecanismos de ação diferentes, impedindo o aparecimento de plantas resistentes (GRAVENA et al., 2004). A alelopatia é considerada um método de manejo no controle de plantas daninhas, sendo ligada a vários estresses ambientais, como: temperaturas extremas, deficiências de nutrientes e de umidade, incidência de luz, insetos, doenças e herbicidas (EINHELLIG, 1996). Este assunto será tratado no tópico seguinte.

O controle mecânico consiste na utilização de equipamentos ou implementos para a eliminação das plantas daninhas, ferramentas como, enxada, tração animal, trator e até mesmo a arranhão manual, são exemplos de práticas deste método (DEUBER, 2006).

As plantas invasoras podem também ser controladas através dos agentes como calor, água, vapor, sendo esse o controle físico (DEUBER, 2006). Ao empregar o calor, o protoplasma das células de folhas e caule coagulam, ocasionando na morte da planta daninha (BRYANT, 1989). O vapor é outra forma de se utilizar o calor. Pequenas porções de solo podem ser esterilizadas para uso na produção de mudas e em canteiros, insuflando vapor de água em um recipiente contendo o material. Coberturas plásticas podem ser usadas como recurso para algumas culturas, como, videira, morango e outras frutíferas, obtendo-se resultado positivo em relação ao controle de plantas, também através do vapor (GELMINI et al., 1994). A utilização da água na inundação ou na drenagem pode ser uma alternativa, uma vez que algumas plantas não sobrevivem quando estão totalmente imersas, e no caso da drenagem, em áreas inundadas onde as plantas invasoras estão presentes, pode-se retirar a água, se possível (VICTORIA FILHO, 2000).

No controle químico, que faz uso de produtos químicos, chamados de herbicidas, para o controle das plantas daninhas (DEUBER, 2006). Este método de controle é o mais utilizado na atualidade (MAGALHÃES et al., 2002; GIANCOTTI et al., 2014), por proporcionar menor necessidade de mão de obra, grande eficiência, mesmo nos períodos chuvosos, não há revolvimento do solo, rápida operação, entre outros (SHAW, 1982).

De acordo com o Sindicato Nacional para Produtos de Defesa Agrícola

(SINDAG, 2009), o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. O país lidera desde 2008 o consumo mundial. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o consumo mais que dobrou entre 2000 e 2012. No período entre 2001 e 2008, o valor gasto com agrotóxicos passou de US\$2 bilhões para mais de US\$7 bilhões (SINDAG, 2009). Foram comercializados 6,9 kg ha⁻¹ plantado em 2012, um aumento de 11% em relação ao ano anterior (IBGE). Os herbicidas são os produtos químicos mais utilizados, cerca de 48%, em seguida os inseticidas (25%) e os fungicidas (22%) (PELAEZ et al., 2009). No entanto, o seu uso pode apresentar efeito tóxico aos animais, pois os agrotóxicos permanecem no meio ambiente e podem atingir cursos d'água, oferecendo riscos as espécies (DE LIMA et al., 2011). Pode prejudicar a saúde tanto do homem do campo, como do consumidor final, uma vez que há a possibilidade de ocorrer resíduos nos alimentos, quanto do aplicador, sendo fundamental a especialização no manuseio de produtos químicos por este. Os resíduos também podem permanecer no solo, ocorrendo a contaminação do meio ambiente (ROMAN, 2001).

Outra desvantagem no uso de herbicidas é o aparecimento de plantas daninhas resistentes a eles. Os agrotóxicos têm promovido alterações nas populações de espécies de plantas daninhas (OLIVEIRA et al., 2012). O emprego repetido de um mesmo herbicida ou de herbicidas diferentes, mas com um mesmo mecanismo de ação ou até mesmo o uso inadequado destes produtos, pode ocasionar em uma pressão de seleção, sendo cada vez mais frequente a população de espécies resistentes no campo, aumentando a dificuldade para controlá-las.

Desta forma, a fim de melhorar a qualidade de vida do homem do campo, reduzindo o emprego de herbicidas, reduzindo a contaminação dos produtos agrícolas e do ambiente, além de reduzir os gastos com herbicidas é urgente o desenvolvimento de métodos de controle menos prejudiciais ao meio. Neste sentido, a realização de investigações sobre a possibilidade de uso da alelopatia no manejo de plantas daninhas torna-se importante, pois existem relatos na literatura da existência de plantas que apresentam liberação de substâncias que suprimem o desenvolvimento de outras plantas, o que poderia ser utilizado no controle de plantas daninhas.

2.2. Alelopatia

A capacidade que algumas espécies de plantas apresentam em interferir no metabolismo e no desenvolvimento de outras espécies de vegetais foi observado por Teofrasto (300 a.C.), quando notou-se que a plantação de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) eliminava as plantas daninhas. Séculos depois, Plínio (1 d. C.) observou que os resíduos de plantas de feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) e cevada (*Hordeum vulgare*), deixados sobre o solo entre as colheitas, interferiam de forma negativa as áreas de plantio (WILLIS, 2004). A essa supressão por parte de uma planta sobre outra dá-se o nome de alelopatia.

A alelopatia é uma ciência bem antiga e foi notada muito cedo, apesar disto as primeiras pesquisas sobre o assunto ocorreram apenas no século XIX e XX, quando a palavra alelopatia surgiu.

A expressão alelopatia foi criada por Hans Molisch e foi vista pela primeira vez em uma publicação Alemã em 1937. Este termo tem origem grega e significa allelon = de um para outro e phatos = sofrer, referindo-se a interação bioquímica positiva ou negativa entre plantas e também microrganismos (RICE, 1984).

De acordo com Kolhi et al. (1998) e Singh et al. (2001) a alelopatia está associada apenas a efeitos negativos. Esses trabalhos, apontam que a alelopatia seria qualquer efeito direto ou indireto de plantas em outras plantas através da liberação de substâncias químicas as quais promoveriam efeito negativo. Putnam e Duke (1978) descreveram a alelopatia como sendo os efeitos maléficos causados no desenvolvimento ou crescimento de plantas de uma espécie, por plantas de diferentes espécies na germinação.

No entanto, atualmente, o conceito de alelopatia mais respeitado, é o determinado pela Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA) que foi criada em 1996, onde definiu o termo como a “ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (MACIAS et al., 2000).

As substâncias químicas liberadas pelos organismos no ambiente e que promovem efeitos deletérios ou benéficos sobre outros organismos (plantas e microrganismos) são denominadas de agentes aleloquímicos, substâncias alelopáticas, aleloquímicos ou simplesmente produtos secundários (CARVALHO, 1993). O

composto liberado também pode ser chamado de fitotoxina, caso ocasione apenas efeitos prejudiciais.

Grande parte dessas substâncias alelopáticas é originária do metabolismo secundário de plantas, possuindo a função de protegê-la e/ou defende-la. Isto porque durante a evolução das plantas, estes compostos apresentaram alguma eficiência contra a ação de diferentes microrganismos, insetos e vírus, estimulando o desenvolvimento e o crescimento da planta ou inibindo a ação destes patógenos e predadores (WALLER, 1999).

As substâncias alelopáticas são compostos que podem ser produzidos em qualquer parte da planta, como folhas, flores, frutos, gemas, caules aéreos, rizomas, raízes e sementes (PUTNAM, 1985), porém os compostos concentram-se principalmente nas folhas, seguido do caule, flores e raízes (MOREIRA, 1979). No entanto, sua concentração é alterada de espécie para espécie e em uma mesma espécie, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e também do órgão produtor da substância (RODRIGUES et al., 1993).

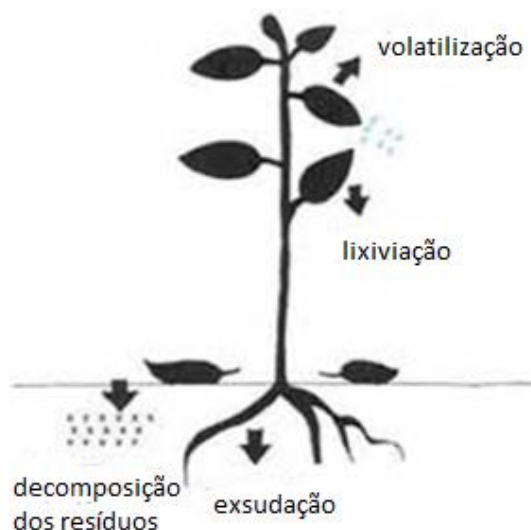
A substância alelopática quando liberada em quantidade suficiente promove um efeito que pode ser visualizado em diversas fases da planta, como, germinação, crescimento, desenvolvimento de plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microrganismos (CARVALHO, 1993). A liberação dos aleloquímicos das plantas para o ambiente pode ocorrer a partir de diferentes meios (Figura 1), como por lixiviação através dos tecidos, por volatilização, por decomposição de resíduo vegetal ou mesmo por exsudação radicular (RICE, 1984; SOUZA, 1988; WEIDENHAMER, 1996; WEIR et al., 2004). No caso da volatilização, os compostos voláteis são dissipados das flores, folhas, caules e/ou raízes e então, podem ser absorvidos por outras plantas. Esse mecanismo é o mais difícil de ser detectado, identificado e quantificado. Na lixiviação, aquelas substâncias que são solúveis em água, são lixiviadas pelo orvalho ou pela chuva, da parte aérea da planta, das raízes ou, mesmo, dos resíduos vegetais que estão em processo de decomposição para o solo (ALMEIDA, 1985). Havendo a exsudação radicular os aleloquímicos são liberados na rizosfera, atuando nas interações entre plantas e na ação de microrganismos (TUKEY JÚNIOR, 1969). E na liberação de compostos através da decomposição, ocorre a ação dos microrganismos, direta ou indiretamente (SILVA, 1978).

Os aleloquímicos em geral, atuam atraindo, repelindo, nutrindo ou provocando toxicidade no desenvolvimento de outras espécies de plantas, sendo que as influências

causadas por essas substâncias podem ser tanto positivas quanto negativas (CHOU, 1999; FERREIRA, 2004). Assim, podem ser consideradas inibidoras ou estimulantes.

Compreende-se que os efeitos provocados pelos compostos alelopáticos estão ligados aos processos fisiológicos das plantas, interferindo em processos como, germinação de sementes, assimilação de nutrientes, crescimento de plântulas, respiração, fotossíntese, síntese proteica, atividade enzimática e permeabilidade da membrana celular. Apesar de identificados os efeitos, o mecanismo de ação dessas substâncias não está totalmente definido, sendo essa uma das grandes dificuldades dos pesquisadores, já que um mesmo composto pode influenciar diferentes processos (DURIGAN; ALMEIDA, 1993; RODRIGUES et al., 1993; EINHELLIG, 1995).

Figura 1 - Vias de liberação dos agentes alelopáticos.



Fonte: Sánchez, 2002.

Sabe-se que as propriedades biológicas das substâncias alelopáticas podem ser alteradas, assim como seus efeitos. Os fatores determinantes para essa mudança são: a fonte do extrato, a forma de obtenção, a concentração e as condições climáticas a qual estão expostas (REICHEL et al., 2013; EINHELLIG, 1996; CARVALHO, 1993). Desta forma, a radiação solar seria um deles. De acordo com Chou e Kuo (1986), a intensidade, a qualidade e a duração da luz sobre uma planta influenciam no fenômeno, assim como as condições de estresse, como a seca, o frio e a carência de nutrientes. Essas condições podem aumentar a produção de agentes aleloquímicos, aumentando também seu potencial de interferência (EINHELLIG, 1995).

As interferências conferidas a alelopatia são em decorrência a ação de diferentes aleloquímicos no ambiente, onde são liberados em épocas, concentrações e quantidades diferentes (SOUZA FILHO et al., 2010).

De acordo com as informações apresentadas a alelopatia merece ser melhor investigada a fim de determinar o seu potencial no manejo de plantas daninhas.

2.3. Efeito positivo da alelopatia

Como citado anteriormente, as substâncias aleloquímicas produzidas por plantas podem apresentar efeitos positivos e negativos. Como exemplo de efeito positivo tem-se a ação estimulante no desenvolvimento de plantas. O extrato do capim-santo (*Cymbopogon citratus*), também conhecido como capim-cidreira ou capim-limão, é um eficiente estimulante de germinação em sementes de freijó (*Cordia goeldiana*), resultado comprovado tanto pelo aumento da taxa de germinação quanto do vigor (MAGALHÃES et al., 2012). O óleo essencial do eucalipto estimula o crescimento vegetativo em mudas de sua própria espécie (STEFFEN et al., 2010).

A utilização de extrato aquoso de falso-boldo (*Coleus barbatus* B.) sobre sementes já germinadas de alface estimula o desenvolvimento de sua parte aérea (BACH; SILVA, 2010). O mesmo efeito positivo é observado na cebola, porém o estímulo ocorre na germinação (IGANCI et al., 2006).

Em estudo realizado com a soja, Silva et al. (2012) observaram que o extrato de raiz de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aumenta significativamente a velocidade de germinação e promove um estímulo no enraizamento. O crescimento da soja também foi estimulado com o extrato de folhas, tanto secas quanto frescas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) (SILVA et al., 2015). O extrato aquoso da tiririca (*Cyperus rotundus* L.), considerada a principal planta daninha, também apresenta efeito alelopático positivo, pois induz o crescimento radicular de estacas de cafeeiro (SANTOS et al., 2011) e de sapoti (*Achras sapota* L.) (ARRUDA et al., 2009). O uso de meios alternativos para estimular o desenvolvimento da planta e para nutri-la de forma natural, como a alelopatia, está cada vez mais sendo utilizada no Brasil e em todo o mundo (DIETRICH et al., 2011).

2.4. Efeito negativo da alelopatia

Assim como os efeitos positivos da alelopatia podem ser empregados no manejo de culturas no campo, como apresentado no item acima, os efeitos negativos também podem ser utilizados com o objetivo de minimizar os problemas fitossanitários em cultivos agrícolas. A alelopatia ocorre em comunidades naturais de plantas (GRESSEL et al., 1964), e a consequência mais expressiva deste fenômeno é provavelmente a alteração do desenvolvimento da planta e a variação da sua densidade populacional (SOUZA et al., 2006). Esses efeitos negativos podem ocorrer por parte de plantas daninhas ou cultivadas. Vários são os exemplos encontrados na literatura de plantas que apresentam o efeito alelopático negativo. A exemplo, o manjeriço, cujo óleo essencial manifestou efeito inibitório em sementes de tomate, alface e melissa, reduzindo a velocidade de germinação, o comprimento das raízes e a taxa de germinação (ROSADO, 2009). O eucalipto é outra cultura que apresenta efeito alelopático negativo, pois Bidinet (2006) em seus estudos, observou que o extrato de folha de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), também reduz a velocidade de germinação do tomate (*Lycopersicon esculentum* M), além de interferir no seu desenvolvimento inicial.

A alelopatia de inibição é um fenômeno com significativa importância quando resíduos vegetais são incorporados ao solo ou quando são deixados sobre a superfície (GUENZI et al., 1967; TUKEY Jr., 1969). Estudos demonstraram que o reduzido desenvolvimento e a produtividade baixa de culturas podem ser consequência de compostos lixiviados no solo, resultado da decomposição dos resíduos de vegetais (COCHRAN et al., 1977; ALMEIDA, 1990). Segundo Souza et al. (2006), o crescimento das plantas de arroz, algodão, milho, trigo, feijão, soja e braquiária foi reduzido através da incorporação de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) ao solo. O trigo (*Triticum aestivum*) cultivado em solo contendo resíduos da própria cultura pode apresentar o desenvolvimento e o crescimento retardado (ALMEIDA, 1990). O mesmo resultado foi observado por Yakle e Cruse (1984) e Martin et al. (1990) em cultivo de milho com extrato de resíduos da própria cultura. Sabe-se, também, que a resteva de trigo (*Triticum aestivum*), aveia-preta (*Avena strigosa*) ou centeio (*Secale cereale*) interferiu negativamente no crescimento de culturas como milho, feijão e soja (RODRIGUES et al., 1999). Estudos realizados em laboratório por Gatti et al. (2007) com o extrato aquoso das folhas da manga (*Mangifera indica*) comprovam a redução da taxa de germinação do alface, da aroeira e do ipê, assim como a velocidade de

germinação no gergelim, alface e ipê, quando em contato com esta solução. O mesmo pesquisador verificou uma diminuição na velocidade e na taxa de emergência de angico e aroeira e uma redução na emergência de cedro, utilizando o solo coletado sob a copa da árvore de manga.

A alelopatia é considerada um fator muito importante quando se trata de rotação de cultura em uma área agrícola (MILLER, 1983; BURIN; VILHORDO, 1986). Afinal este processo é fundamental para o estabelecimento e para o sucesso de um sistema de plantio direto. Hicks et al. (1989), observaram que houve um retardo do crescimento de plantas de algodão, quando em contato com os restos de plantas de trigo, o mesmo efeito foi observado com o arroz na rotação (YOUNG et al., 1989; ALSAADAWI, 1999), no entanto, não ocorreu alteração quanto a taxa de germinação em ambas culturas.

A resteva de plantas de soja e de azevém podem inibir o desenvolvimento radicular de milho em 34% (YOUNG et al., 1989; ALSAADAWI, 1999). Sabe-se, também, que o crescimento de trigo, aveia e lentilha é inibido pelo contato com a palhada de arroz (NARWAL, 1999).

Os aleloquímicos afetam, também, a dinâmica do nitrogênio no solo (STIVEN, 1952; MILLS, 1953; MEIKLEJOHN, 1962), podendo modificar a relação entre o nitrogênio livre, a adição de matéria orgânica e a fixação de nitrogênio (RICE, 1984). Estudos comprovam que a incorporação de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no solo reduz a quantidade de nitrogênio no solo (SOUZA et al., 1997; SOUZA et al., 2006).

Na tabela abaixo constam exemplos de espécies de plantas daninhas que apresentam efeito alelopático, mas que não serão muito explorados neste trabalho porque o objetivo é utilizar a planta cultivada no manejo de plantas daninhas, utilizando seus resíduos (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies de plantas daninhas com potencial alelopático (KOHLI et al. 1998 apud PIRES et al. 2011).

Planta daninha Doadora	Planta receptora	Efeito causado sobre as espécies receptoras
<i>Amaranthus palmeri</i> (caruru)	<i>Allium cepa</i> (cebola), <i>Daucus carota</i> (cenoura)	Resíduo da planta reduz o peso fresco e o crescimento das plântulas
<i>Eupatorium odoratum</i> (cambará, mata-pasto)	<i>Vigna unguiculata</i> (feijão-caupi)	Resíduos de caule, folha e raízes retardam a germinação e reduzem a área foliar e a produção de matéria seca
<i>Parthenium hysterophorus</i> (losna-branca)	<i>Phaseolus vulgaris</i> (feijão-comum), <i>Vigna sinensis</i> (feijão-caupi)	Folhas secas misturadas com o solo reduzem o crescimento e a nodulação da planta
<i>Datura stramonium</i> (trombeteira)	<i>Hordeum vulgare</i> (cevada), <i>Triticum aestivum</i> (trigo)	Alcaloide que lixivia das sementes retarda o crescimento das plântulas
<i>Lantana camara</i> (cambará)	<i>Glycine max</i> (soja), <i>Zea mays</i> (milho)	Resíduo da parte aérea afeta o crescimento da parte aérea e das raízes das plantas teste
<i>Agropyron repens</i> (trigo silvestre)	<i>Avena sativa</i> (aveia), <i>Zea mays</i> (milho), <i>Glycine max</i> (soja), <i>Phaseolus vulgaris</i> (feijão-comum)	Extrato aquoso de rizomas ou da parte aérea retarda a germinação e reduz o crescimento da raiz
<i>Cyperus esculentus</i> (tiriricão)	<i>Glycine max</i> (soja), <i>Zea mays</i> (milho)	Resíduo das plantas e estrato reduzem o peso seco das plantas teste
<i>Setaria glauca</i> (capim-rabo-de- raposa)	<i>Glycine max</i> (soja), <i>Zea mays</i> (milho)	Resíduo da planta reduz a altura, o crescimento e o peso fresco da parte aérea das plantas testes

De acordo com os exemplos citados pode-se observar que a alelopatia pode causar efeitos negativos sobre plantas e isso pode ser empregado no manejo de plantas daninhas.

A necessidade de desenvolvimento de práticas de manejo de plantas daninhas que prejudiquem minimamente o ambiente, nos remete as substâncias alelopáticas. Essas, já foram verificadas apresentando efeito negativo sobre plantas (ALMEIDA, 1988)

A alelopatia permite o estudo de produtos naturais com características fungicidas, herbicidas e/ou farmacológicas, podendo proporcionar controle sistemático da poluição na agricultura (DEZOTTI et al., 2002). Macías et al. (1998) afirma que os compostos aleloquímicos são herbicidas naturais.

É conhecido que existem plantas daninhas que podem suprimir o desenvolvimento de plantas cultivadas no campo, bem como existem plantas cultivadas que apresentam efeito alelopático negativo sobre daninhas (ALMEIDA, 1988; MEDEIROS et al., 1990; ALMEIDA, 1991; CALEGARI et al., 1993; BARBOSA, 1996; PRATES et al., 1999; CRUZ, 2000; SOUZA et al., 2002; VIECELLI et al., 2009; SILVA et al., 2015). Entretanto, essa é uma linha de pesquisa pouco investigada. O uso de plantas com efeito alelopático no desenvolvimento de herbicidas naturais já foi investigado por Barbosa et al. (2001), Dayan et al. (2003), Gatti et al. (2004), Yang et al. (2004) entre outros. Essa prática poderia ser uma alternativa para o manejo de plantas daninhas na agricultura sustentável, implementando uma nova estratégia de controle (SILVA, 2004), sendo ela mais específica e menos nociva ao meio ambiente (MACIAS et al., 1998).

O estudo acerca da alelopatia possui um importante papel em relação a agricultura. O conhecimento detalhado deste fenômeno e as reações alelopáticas de plantas daninhas e cultivadas, possibilitará aprimorar os sistemas agrícolas, através da implementação de práticas tais como processos de semeadura e época de plantio mais adequados e rotação de culturas (GOMIDE, 1993).

Algumas pesquisas já foram realizadas, nos últimos anos, com a finalidade de avaliar o potencial alelopático em relação as plantas infestantes (JACOBI; FLECK, 2000). Como exemplo do potencial de utilização da alelopatia no controle de plantas daninhas, temos o estudo de Medeiros et al. (1990), no qual constataram que a aveia (*Avena sativa* L.) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) reduzem a incidência de plantas daninhas. Outra espécie com efeito inibitório expressivo em plantas invasoras é

a *Crotalaria juncea*, uma leguminosa cuja palhada vem sendo utilizada com frequência como cobertura morta (CALEGARI et al., 1993). Segundo Cruz et al. (2000), o extrato bruto aquoso das folhas frescas do eucalipto (*Eucalyptus citridora*) na concentração de 30% inibiu totalmente a germinação de sementes de picão-preto, em laboratório.

O extrato aquoso da canola e também a palha, de acordo com Neves et al., (2005) diminuiu a porcentagem de germinação e a velocidade de emergência de plantas de *Bidens pilosa* L. O mesmo efeito foi observado por Santos et al., (1992), com extratos de cascas de café e arroz sobre o caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*). O extrato aquoso de casca e folha de acapu (*Vouacapoua americana*), que é uma planta medicinal, reduziu a germinação de sementes de malva e malícia, obtendo-se melhores resultados com o extrato de folhas (SOUZA FILHO; ALVES, 2000). Outro exemplo é o efeito inibitório causado pelo extrato aquoso de folhas de *Emilia sonchifolia* (flor pincel) sobre a germinação de picão-preto (OLIVEIRA et al., 2011).

Dentre as plantas que apresentam efeito negativo sobre plantas daninhas, algumas como o sorgo, a leucena e o citros são mais estudadas e assim encontra-se um maior volume de informações na literatura. Para essas plantas daremos maior ênfase devido a maior disponibilidade de publicações e ainda por já serem conhecidas as substâncias responsáveis pelo efeito alelopático e serão tratadas individualmente a seguir.

Vários pesquisadores relataram o efeito alelopático causado por espécies de sorgo (OVERLAND, 1966; PUTNAM et al., 1983; BEM-HAMMOUDA et al., 1994). A substância responsável por tal efeito é o sorgoleone, que possui como principal composto o 2-hidroxi-5-metoxi-3-[(Z,Z)-8',11',14'-pentadecatrieno]-p-benzoquinona (DAYAN, 2006). O sorgoleone pode ser encontrado principalmente nas raízes de espécies de sorgo (NETZLEY; BUTLER, 1986). O gênero *Sorghum* possui diversas espécies com potencial alelopático, entre elas, *S. bicolor*, *S. halepense*, *S. vulgare* e *S. sudanense* (PANASIUK et al., 1986; EINHELLIG; RASMUSSEN, 1989).

O exsudato de raízes de plantas jovens de sorgo (*Sorghum bicolor*) inibiu e reduziu a taxa de germinação em plantas daninhas, como por exemplo, caruru, rabo-de-raposa, capim-arroz e corriola (PANASIUK et al., 1986). Assim como em culturas como a soja (BORTOLINI; FORTES, 2005; SERAFIN, 2007; GOMES, 2015), feijão e trigo (SOUZA et al., 1999). Segundo Einhellig e Souza (1992), o sorgoleone possui uma ação inibitória no crescimento e teor de clorofila de lentilha d'água (*Lemna minor* L.), nas folhas de soja, e também afeta o crescimento de *Abutilon theophrasti* Medic.

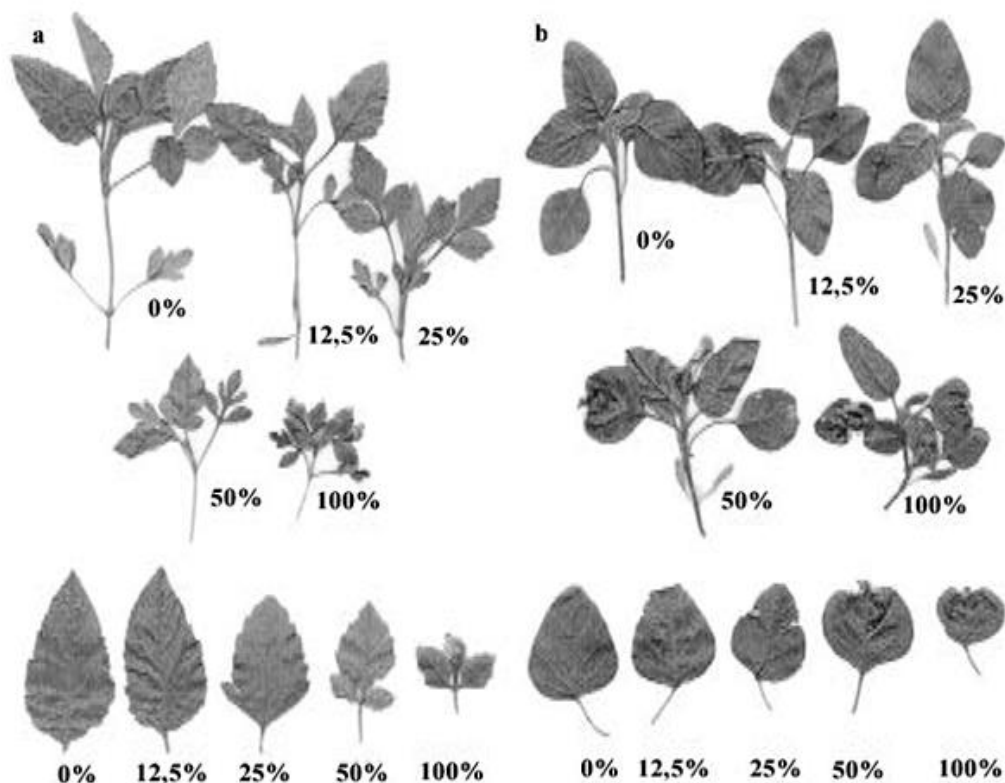
(abutilon) (malvão) e *Setaria viridis* (L.) *P. beauv.* (capim-rabo-de-raposa). Souza et al. (1999) observaram também a redução do peso de matéria seca de raiz e parte aérea do caruru promovido pelo sorgoleone, a constatação partiu de um experimento conduzido em casa de vegetação, onde colocou-se as raízes das plantas teste imersas em uma solução contendo Hoagland a 50% e sorgoleone em diferentes concentrações. Sabe-se, também, que extratos com sorgoleone, reduzem a germinação de sementes de picão-preto e milho (GOMES, 2015).

De acordo com estas pesquisas, o sorgoleone pode ser eficaz no controle de plantas daninhas, reduzindo sua taxa de germinação e afetando o seu crescimento, apresentando assim um grande potencial para ser um herbicida natural.

O efeito alelopático da leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.) também já foi estudado por diversos pesquisadores (WARD; HARRIS, 1976; CHOU e KUO, 1986; SOUZA FILHO et al., 1997; PRATES et al., 2003). O principal composto responsável pelo efeito alelopático da leucena é a mimosina ($\square\square$ -[N-(3-hidroxi-4-oxopiridil)] - α -aminopropiônico) (WARD; HARRIS, 1976). A mimosina está presente nas folhas e nas sementes de *Leucaena leucocephala*, uma espécie de leucena (CHOU; KUO, 1986).

Em um estudo realizado com o extrato aquoso da parte aérea da leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.), Souza Filho et al. (1997) observaram a inibição da germinação e redução do comprimento radicular de guanxuma (*Sida rhombifolia*), assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) e desmódio (*Desmodium adscendens*). A parte aérea da leucena incorporada e colocada em cobertura também inibiu o desenvolvimento de espécies de plantas daninhas como, *Cenchrus echinatus* (timbete) e *Amaranthus hybridus* (caruru), e não afetou a cultura do milho (PRATES et al., 2003). Segundo Peron e Bonini (2012), o extrato aquoso da parte aérea da leucena reduziu a taxa de germinação do picão-preto (*Bidens pilosa*) em condições de laboratório. Pires et al. (2001), também verificaram o efeito inibitório do extrato aquoso da parte aérea da leucena nas espécies *Bidens pilosa* (picão-preto), *Amaranthus hybridus* (caruru) e *Desmodium purpureum* (pega-pega). A interferência aumentou de acordo com a utilização de doses mais concentradas (Figura 2).

Figura 2 - Fitotoxicidade do extrato aquoso de leucena sobre picão preto (a) e caruru (b). Detalhe quanto aos sintomas crescentes em resposta as diferentes doses do extrato.



Fonte: PIRES et al. (2001)

Esses dados apresentados sugerem a possibilidade de uso de extratos de leucena no controle de picão e caruru, sendo que as doses de 50% e 100% são as mais efetivas no controle.

Outro gênero que já foi mais estudado é o *Citrus*. A casca das frutas deste gênero é muito rica em óleo essencial, óleo este que possui compostos ativos que exercem uma ação sobre outros organismos (TSAI, 2008).

O principal composto presente no óleo é o limoneno (Figura 7), substância biodegradável e atóxica (CRAVEIRO et al., 1981). O limoneno pode ser encontrado em elevadas concentrações em várias espécies do gênero *Citrus*, podendo constituir cerca de 90% da composição de alguns óleos essenciais, dependendo da espécie (MOREIRA et al., 2006).

Em estudos realizados por Ribeiro e Lima (2012) foi verificado uma redução no comprimento das raízes e da parte aérea em mudas da espécie *Euphorbia heterophylla* L (leteiro), provocado pelo contato com o vapor do óleo essencial da casca da laranja

(*Citrus sinensis*). A má formação das raízes secundárias e lesões diversas também foram verificadas pelos mesmos autores na espécie *Ipomoea grandifolia* comumente conhecida por corda-de-viola. O extrato do óleo essencial foi extraído a partir de um tipo de extrator de Clevenger, utilizando fluxo de vapor de água. As plântulas de plantas daninhas foram mantidas em uma caixa, junto com um recipiente contendo o óleo, desta forma as plantas tiveram contato apenas com o vapor do óleo essencial da casca da laranja. Em um outro trabalho, Alsaadawi e Alrubeaa (1985), observaram que o extrato aquoso de laranja azeda (*Citrus aurantium* L.) inibiu a germinação das sementes e o crescimento da espécie de caruru (*Amaranthus retroflexus*), grama bermuda (*Cynodon dactylon*) e falsa erva de santa maria (*Chenopodium album*). Outro aspecto que merece destaque é que neste mesmo trabalho foi verificado efeito inibitório no desenvolvimento de plantas daninhas quando o solo das proximidades da laranja azeda foi utilizado em vasos com plantas daninhas.

Como verificado anteriormente, espécies de plantas podem apresentar efeito alelopático. Isso se deve a presença de substâncias nas plantas que são liberadas no meio ambiente, influenciando no crescimento e no desenvolvimento de plantas vizinhas, como o sorgoleone, mimosina e o limoneno. Assim como as substâncias já relatadas, nos dias de hoje, são conhecidas cerca de 10.000 substâncias secundárias, as quais ocorrem em plantas e que apresentam ação alelopática (ALMEIDA, 1990). Outra substância que vem sendo estudada nessa linha de pesquisa é a dopamina, que constitui o grupo das catecolaminas, responsável por afetar muitos aspectos dos vegetais, a qual será tratada a seguir

2.5. Catecolaminas

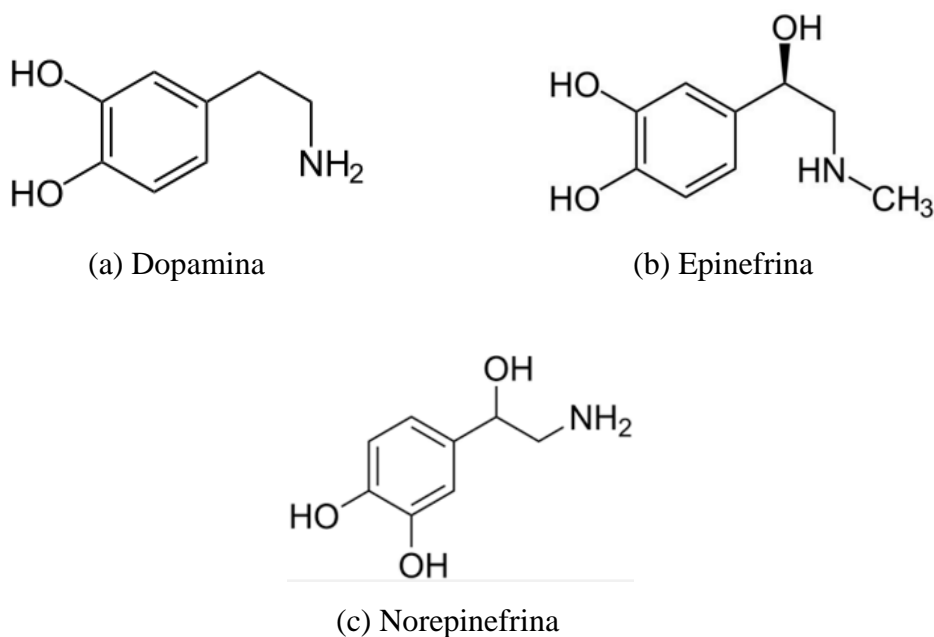
São vários os compostos que apresentam atividade alelopática, entre os principais estão: os taninos, glicosídeos, terpenos, ácidos fenólicos, flavonoides e alcaloides (TUR et al., 2010). Os alcaloides são substâncias orgânicas, encontradas principalmente nas plantas. São compostos cíclicos, contendo um átomo de nitrogênio em estado de oxidação negativo (PELLETIES, 1988), além dos compostos nitrogenados que são as aminas simples, peptídeos, aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucléicos, vitaminas, porfirinas e compostos nitro e nitroso (SIMÕES, 2004).

As catecolaminas, fazem parte do grupo das aminas, e são compostos orgânicos formados por um catecol (anel benzênico mais duas hidroxilas) e por aminas. As mais

importantes catecolaminas são as norepinefrina, epinefrina e a dopamina (Figura 3). Compostos estes que são formados a partir da fenilalanina e tirosina.

As catecolaminas são compostos aromáticos, que já foram detectados em 44 famílias de plantas diferentes, sendo 29 destas, espécies cultivadas para o consumo humano, entre elas estão a banana, a beterraba, o abacate, o citros e etc (SMITH, 1977) (Tabela 2).

Figura 3 - Molécula de dopamina(a), epinefrina (b) e norepinefrina (c).



Fonte: www.leg.ufpi.br

Ainda não se tem completo conhecimento em relação a função e o significado fisiológico das catecolaminas, porém, sabe-se que elas influenciam muitos aspectos dos vegetais. A epinefrina e a dopamina podem provocar a diminuição do oxigênio fotossintético (KANAZAWA; SAKAKIBARA, 2000). As catecolaminas possibilitam aos vegetais responderem a condições de estresse, como por exemplo temos o estudo de Endress et al. (1984), onde verificaram que a síntese de catecolamina na *Portulacca callus*, espécie que pertence ao mesmo gênero da beldroega, é muito mais elevada quando as plantas foram mantidas no escuro. Na cultura da batata, Szopa et al. (2004), observaram um aumento nos níveis de norepinefrina, epinefrina e dopamina nas folhas, cinco minutos após um ferimento. Na espécie col de kerguelen (*Pringlea antiscorbutica*) houve uma diminuição da dopamina durante o estresse por calor (HENNION; MARTIN-TANGUY, 2000).

Tabela 2 - Quantidade de catecolaminas em espécies vegetais (Adaptado de KULMA e SZOPA, 2007).

Espécies	Quantidade de catecolamina ($\mu\text{g/g}$ FW)		
	Dopamina	Epinefrina	Norepinefrina
Banana amarela (<i>Musa acuminata</i>), polpa de fruta	42	NE	<3.5
Banana vermelha (<i>Musa sapientum</i>), polpa de fruta	55	NE	<3.5
Abacate (<i>Persea americana</i>), polpa de fruta	4	NE	<3.5
Cacau (<i>Theobroma cacao</i>), em pó	1	NE	<3.5
Brócolis (<i>Brassica oleracea</i> var <i>italica</i>)	1	NE	<3.5
Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	<1	<1	<1
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	<1	<1	<1
Beringela (<i>Solanum melanogena</i>)	<1	<1	<1
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	<1	<1	<1
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	<1	<1	<1
Ervilha (<i>Pisum sativum</i>)	<1	<1	<1
Batata (<i>Solanum tuberosum</i> var. <i>Desiree-leaves</i>)	2-7	ND	1.9-6.9

NE: não estimada; ND: não detectada.

As catecolaminas interferem no desenvolvimento e no crescimento de plantas devido a sua ação conjunta com fito hormônios (KULMA; SZOPA, 2007). Segundo Kamisaka (1979), a dopamina foi considerada um fator importante para o crescimento em mudas de alface. A dopamina junto com a auxina pode estimular o crescimento da espécie *Nicotiana tabacum*, conhecida como tabaco (PROTACIO et al., 1992). As catecolaminas podem estimular a síntese do etileno em folhas de beterraba sacarina (ELSTNER et al., 1976).

De acordo com Oota (1974), as catecolaminas podem também influenciar a floração de plantas e regular o metabolismo do açúcar, sugerindo que estes compostos apresentam uma importante função reguladora.

A função das catecolaminas é muito complexa, pois desempenham um papel na fisiologia vegetal de forma geral (KULMA; SZOPA, 2007). Logo, são necessários novos estudos a fim de determinar e identificar os mecanismos de ação e seus efeitos principalmente sobre plantas daninhas, verificando assim seu potencial em ser um herbicida natural.

2.6. Dopamina

A dopamina compõe o grupo das catecolaminas, e é uma substância que já foi verificada apresentando efeito negativo sobre plantas. Ela também é denominada de hidroxitiramina, e é encontrada em animais e foi detectado também em muitas famílias vegetais (KULMA; SZOPA, 2007). Nos animais a dopamina funciona como um neurotransmissor, desempenhando papéis importantes tanto no cérebro quanto no corpo (GUYTON; HALL, 1997). Nas plantas, sua função foi pouco documentada até então. O que se sabe é que a dopamina está ligada a defesa contra herbívoros e associada também a vários processos como, fixação de nitrogênio, prevenção da oxidação da auxina e floração, além de interferir na fotofosforilação dos cloroplastos e na regulação intercelular da permeabilidade iônica (KHURANA, 1987; ALLEN, 2004).

Alguns poucos estudos trataram dos efeitos da dopamina em plantas e os resultados demonstram características de um aleloquímico típico (WICHERS et al., 1993; GUIDOTTI et al., 2013). Segundo Guidotti et al. (2013), a exposição de plântulas de soja a dopamina, reduziu o comprimento das raízes e também diminuiu o peso, tanto da raiz fresca quanto da raiz seca. Esse efeito ficou mais evidente de acordo com o aumento das doses (Tabela 3). Também foi verificado uma redução no comprimento da raiz em 47,99% em relação ao controle, na dose mais alta da dopamina. No peso da raiz fresca a redução foi de 31,09% e no peso seco foi de 37,59% em comparação ao controle.

Tabela 3 - Alterações no comprimento da raiz, na massa fresca e na massa seca da raiz de plântulas de soja tratadas com dopamina por 24 horas (Adaptado de GUIDOTTI et al., 2013).

Dopamina (mM)	Comprimento da raiz (cm)	%	Massa raiz fresca (g)	%	Massa raiz seca (g)	%
0	2.338 ± 0.167	-	2.393 ± 0,080	-	0.141 ± 0.005	-
0,25	2.123 ± 0.384 ^{ns}	9.19	2.181 ± 0.118*	8.86	0.122 ± 0.004*	13.48
0,50	1.648 ± 0,105*	29.51	1.913 ± 0.023*	20.06	0.113 ± 0.002*	19.86
1,00	1.216 ± 0.028*	47.99	1.729 ± 0.080*	31.09	0.088 ± 0.008*	37.59

A exposição das plântulas de soja a dopamina ocorreu através de uma solução

contendo Hoagland de meia força de nutrientes (pH 6,0), com diferentes doses de dopamina. As plântulas permaneceram nessa solução em uma câmara de crescimento durante um período de 24 horas, quando os resultados foram avaliados.

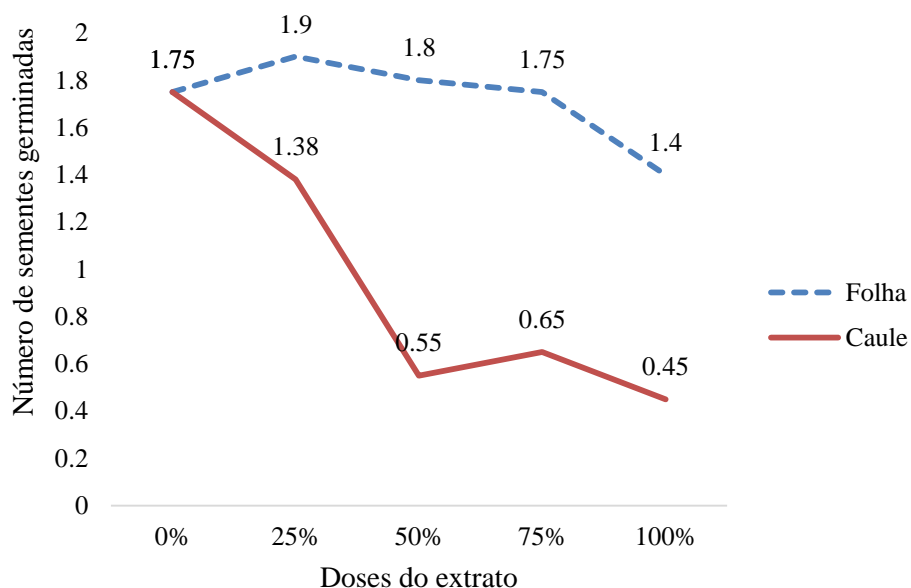
A dopamina como já dito, pode ser encontrada em grandes quantidades em algumas espécies vegetais, como por exemplo, a banana. A banana é um dos frutos mais consumidos no mundo, conseqüentemente seu plantio é realizado em larga escala. Por ser uma planta de porte exuberante, o seu cultivo gera uma alta produção de resíduos considerando que caules e folhas são eliminados a cada ciclo de produção (CORDEIRO, 2003). Esse material pode ser utilizado como complemento alimentar para animais, produção de papel reciclado, álcool, sendo que as folhas também possuem lugar garantido na culinária de muitos restaurantes e as fibras do caule podem ser aproveitadas na tecelagem.

A produção de resíduos ultrapassa os usos e a maior parte deste material permanece na área de cultivo, e quando mal manejados costumam servir de abrigo para pragas e doenças. Nogueira et al.(2009) estudando a utilização das folhas da bananeira verificaram que a adição desse material à dieta alimentar de caprinos e ovinos auxiliou na manutenção de peso dos animais no período de seca.

Em um experimento realizado na Embrapa Milho e Sorgo utilizando extrato das folhas e do caule da bananeira sobre sementes de picão, sorgo, caruru e capim-colchão, foi verificado que o extrato aquoso do caule da bananeira reduziu a taxa de germinação de sementes de picão (*Bidens pilosa*) (dados não publicados). Essa diminuição foi de aproximadamente 74% quando utilizada a concentração de 100% da solução (Gráfico 1). Não foi verificado efeito sobre as demais sementes testadas, no entanto, novos testes devem ser realizados.

Esses resultados apontam a possibilidade do uso de resíduos da bananeira, o qual é rico em dopamina, no controle de plantas daninhas. Entretanto faz-se necessário a realização de outros experimentos para se obter resultados mais robustos acerca do tema.

Gráfico 1 - Média da germinação do picão exposto a diferentes doses de extrato de caule e folha de bananeira.



3. Considerações finais

Podemos concluir que a alelopatia é um fenômeno complexo, que envolve a ação dos compostos secundários de plantas e por conta do seu efeito inibitório, as substâncias aleloquímicas produzidas por elas poderiam ser utilizadas como método alternativo para controlar as plantas daninhas, evitando os danos a natureza e a saúde humana. Contudo, são necessárias investigações mais detalhadas para que se possa ter certeza da viabilidade de uso no campo de forma eficiente.

4. Referências bibliográficas

ABREU, E.; SEMIDEY, N. Introduction and release of the alligatorweed flea beetle *Agasicleshygrophila* in Puerto Rico. In: **Aquatic Management Society Fortieth Annual Meeting**, 2000, San Diego. Abstracts... San Diego: Aquatic Management Society, 2000. p. 10.

ABUGRE, S.; SAM, S.J.Q. Evaluating the allelopathic effect of *Jatropha curcas* aqueous extract on germination, radicle and plumule length of crops. **International Journal of Agriculture and Biolog.**, v.12, n.5, p.769-772. 2010.

ALLEN, J.F. Superoxide as an obligatory, catalytic intermediate in photosynthetic reduction of oxygen by adrenaline and dopamine. **Antioxid Redox Signal**, 5 :7-14,

2003.

ALMEIDA, F.S. Alelopatia: a defesa das plantas. **Ciência Hoje**, 11:38-45, 1990.

ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991

ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta na biologia do solo. **A Granja**, São Paulo, v. 4, n. 451, 1985.

ALSAADAWI, I.S. **Research on allelopathy in Iraq**. In: NARWAL, S.S. (Ed.) Allelopathy Update. Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.185-197.

ALSAADAWI, I.S.; ALRUBEAA, A.J. Allelopathic Effects of *Citrus aurantium* L. I. Vegetational Patterning. **Journal of Chemical Ecology**, Vol. 11, No. 11, 1985.

ALVES, P.L.C.A. **Estudo das propriedades alelopáticas de espécies de *Eucalyptus* spp. e sua potencialidade no manejo de plantas daninhas**. Jaboticabal: FCAV, Relatório FINEP, 1992.

ARRUDA, L.A.M.; XAVIER, A.S.; BARROS, A.P.O.; ALMEIDA, A.P.A.; ALVES, A. O.; GALDINO, R.M.N. Atividade hormonal do extrato de tiririca na rizogênese de estacas de sapoti. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE. **Anais... CD JEPEX 2009**.

BACH, F.T.; SILVA, C.A.T. Efeito alelopático de extrato aquoso de boldo e picão preto sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.2, p.190-198. 2010.

BARBOSA, L. C. A.; FERREIRA, M. L ; DEMUNER, A. J. Preparation and phytotoxicity of sorgoleone analogues. **Química Nova**, v.24, n. 6, p. 751-755, 2001.

BEDIN, C.; MENDES, L.B.; TRECENTE, V.C.; SILVA J.M.S. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). **Revista científica eletrônica de agronomia**, ano V, n.10.2006.

BEM-HAMMOUDA, M.; KREMER, R. J.; MINOR, H. C..Phytotoxicity of Extracts from Sorghum Plant Components on Wheat Seedlings. **Crop Science Society of America**. Vol. 35, No. 6, p. 1652-1656, 1994.

BIANCHI, M. A. **Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul: 1994/95**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995.

BRYANT, F.B. A four-factor model of perceived control: Avoiding, coping, obtaining and savouring. **Journal of Personality**, 57, 773-797, 1989.

BURIN, M.E.; VILHORDO, B.W. Efeito alelopático do extrato de Colza (*Brassica Napus*, L. var. *olifera* Metzg) sobre germinação de sementes de trigo, soja e tomate.

Agronomia Subriograndense, v.22, n.1, 1986.

CALEGARI, A. et al. **Adução verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthesguianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 72 p. 1993.

CHOU, C. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.5, p.609-636. 1999.

CHOU, C.H. & KUO, Y.L. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Journal of Chemical Ecology**, 12, 1986.

COCHRAN, V. L.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I. The production of phytotoxins from surface crop residues. **Soil Sci. Am. J.**, v. 41, p. 903-908, 1977.

CORDEIRO, Z. J. M., **Cultivo da banana para o estado de Rondônia**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba, Agropecuária. 2001, p. 103-121.

CRAVEIRO, A. et al. Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza, 1981.

CRUZ, M.E.S.; NOZAKI, M.H.; BATISTA, M.A. Plantas medicinais. **Biociência e Desenvolvimento**, v. 15, p. 28-34, 2000.

DAWSON, J. H. Dodder (*Cuscuta* spp) control with dinitroaniline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*). **Weed Technol**, 4:341-348, 1990.

DAYAN, F. E.; KAGAN, I. A.; RIMANDO, A. M. Elucidation of the biosynthetic pathway of the allelochemical sorgoleone using retrobiosynthetic NMR analysis. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 278, p. 28607-28611, 2003.

DAYAN, F.E. Factors modulating the levels of the allelochemical sorgoleone in *Sorghum bicolor*. **Planta**, v.224, p.339-346, 2006.

DE LIMA, C. P.; CUNICO, M. M.; TREVISAN, R. R.; PHILIPPSEN, A. F.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Efeito alelopático e toxicidade frente à *Artemia salina* Leach dos extratos do fruto de *Euterpe edulis* Martius. **Acta Botanica Brasilica** 25(2): 331-336. 2011.

DEMUNER, A.J.; BARBOSA, L.C.A.; CHINELATTO JUNIOR, L.S.; ANTONIO, C.R.; SILVA, A.A. Sorção e persistência da sorgoleona em um latossolo vermelho-amarelo. **Química Nova**, v.28, p.451-455, 2005.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: Fundamentos**. Jaboticabal, São Paulo. Funep, e.2º, p.1-148, 2006.

DEZOTTI, P.C.; HERNANDEZ-TERRONES, M.G., MELO, G.S. Potencial herbicida do extrato metanólico de sementes de mata-barata. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 23, Gramado, 2002. Resumos, p. 48.

DIETRICH, F.; STROHSCHOEN, A. A. G.; SCHULTZ, G.; SEBBEN, A. D. Utilização de inseticidas botânicos na agricultura orgânica de Arroio do Meio/RS. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.251-255. 2011.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. **Boletim Técnico**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 28 p., 1993.

EINHELLIG, F. A. Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 59-74, 1995.

EINHELLIG, F.A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 886-893, 1996.

EINHELLIG, F. A.; RASMUSSEN, J. A. Prior cropping with grain sorghum inhibits weeds. **Journal of Chemical Ecology**., v. 18, n. 1, p. 1-11, 1989.

EINHELLIG, F. A. e SOUZA, I. F. Phytotoxicity of sorgoleone found in grain sorghum root exudates. **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, n. 1, p.1-11, 1992.

ELSTNER, E.F.; KONZE, J.R.; SELMAN, B.R.; STOFFER, C. Ethylene formation in sugar beet leaves. **Plant Physiol.**, 58, pp. 163–168, 1976.

FERREIRA, A.G. Interferência: Competição e Alelopatia. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.251- 262.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **R. Bras. Fisiologia Vegetal** 12(Edição Especial):175-204, 2000.

FONTES J. R. A.; SHIRATSUCHI L. S.; NEVES J. L.; JÚLIO L.; FILHO J. S. Manejo Integrado de Plantas Daninhas. **Embrapa, Documentos 103**. Planaltina, Distrito Federal, 2003.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; 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 Brasilica**, 18, 2004.

GATTI, A.B.; RONQUIM, C.C; IMATOMI, M.; BERNARDO, V.; OLIVEIRA, A.V.; PEREZ, S.C.J.G.A. Potencial alelopático de folhas de manga e jambolão sob a germinação e emergência de espécies cultivadas e nativas. **58º Congresso Nacional Botânica**, São Paulo, 2007.

GAZZIERO, D. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas: situação atual e manejo. **Boletim de pesquisa da soja**, 2011.

GELMINI, G.A. et al. **Manejo integrado de plantas daninhas**, 1994, 25p.

GOELLNER, C.I. **Utilização dos defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana**. 2ª edição. Passo Fundo, RS: Artgraph Editora, 1993. 103p.

GOMES, B.R.; SOARES, A.R.; SIQUEIRA, R.C.; GUIDOTTI, B.B. Influência da dopamina nos teores de superóxido, peróxido de hidrogênio e na peroxidação lipídica em raízes de soja. **Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**, 2013.

GOMES, T. C. **Ação de extratos de sorgo na germinação de sementes de milho, soja e picão-preto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de São João Del-rei. Sete lagoas, 2015.

GOMIDE, M.B., **Potencialidade alelopáticas dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), no controle de algumas plantas daninhas**. Tese- Doutorado em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1993.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuronsodium +ametrina. **Planta Daninha**, v,22, p. 419-427, 2004.

GRESSEL, J.B.; HOLM, L.G. Chemical inhibition of cropgermination by weed seed and the nature of the inhibition by Abutilon theophrasti. **Weed Res.**, v. 4, p. 44-53, 1964.

GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M.; NORSTAD, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. **Agron. J.**, v. 59, p. 163-166, 1967.

GUIDOTTI, B.B.; GOMES, B.R.; SOARES, R.C.S.; SOARES, A.R.; FERRARESE FILHO, O. The effects of dopamine on root growth and enzyme activity in soybean seedlings. **Plant Signal Behav.** 1:8(9): e25477, 2013.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E.; **Tratado de Fisiologia Médica**. Ed.9º. Guanabara. 1997.

HENNION, F; MARTIN-TANQUY, J. Amines of the subantarctic crucifer *Pringlea antiscorbutica* are responsive to temperature conditions. **Physiol. Plant.**, 109, pp. 232–243, 2000.

HERRERA, R. S. Alelopatia. São Paulo: UNESP- Campus de Bauru. Disponível em <<https://www.fc.unesp.br/Home/PosGraduacao/MestradoDoutorado/EducacaoparaaCien/revistacienciaeeducacao/cen02a12.pdf>>. Acesso em: 03 de março de 2016.

HICKS, S.K.; WENDT, C.W.; GANNAWAY, J.R.; BAKER, R.B. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence and yield. **Crop Science**, 29:1057-

1061, 1989

IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L.; HEIDEN, G.; STEIN, V. C.; ROCHA, B. H. G. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepal*. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.73, n.1, p.79-82. 2006.

JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 11-19, 2000.

JUAN, V.F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R. R. Competência de lecheron (*Euphorbia dentata*) em soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 175-180, 2003.

KAMISAKA, S. Catecholamine stimulation of gibberellin action that induces lettuce hypocotyl elongation. **Plant Cell Physiol.**, 20, pp. 1199–1207, 1979.

KANAZAWA, K ;SAKAKIBARA, H. High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. **J. Agric. Food Chem.**, 48, pp. 844–848, 2000.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L.; OLIVEIRA, M. F. Plantas daninhas na cultura do milho. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, Sete Lagoas, 2006.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, J. A. A. Cultivo do milho. **Embrapa Milho e Sorgo. Versão eletrônica**, ed. 6, 2010.

KHURANA, J.P.; TAMOT, B.K.; MAHESHWARI, N.; MAHESHWARI, S.C. Role of Catecholamines in Promotion of Flowering in a Short-Day Duckweed, *Lemna paucicostata* 6746. **Plant Physiol**, 85(1): 10-2, 1987.

KLAIC, R; KUHN, R.C; FOLETTO, E.L; DAL PRÁ, V; JACQUES, R.J.S; GUEDES, J. ET AL. An overview regarding bioherbicide and their production methods by fermentation. **Fungal Biomolecules**. 1ed.: John Wiley & Sons, Ltda, 2015. p. 183-199.

KOHLI, R.K., Batish, D., SINGH, H.P. Allelopathy and its implications in agroecosystems. **J. Crop Prod.** 1, 169–202, 1998.

KULMA, A.; SZOPA, J. Catecholamines are active compounds in plants. **Plant Sci**, 172, 433–440, 2007.

LISBOA, O. A. S.; DIDONET, A.D.. Efeito alelopático de crotalára e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-viola e alface. **Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Fortaleza, 2009.

LORENZI, H. **Plantas daninhas no Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**.3.ed., Nova Odessa. 2000. 608p.

MACHADO, P. A. O homem e os insetos, passado, presente, futuro. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.21, n.6, p.474-479, 1987.

MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. 2000. Plant biocommunicators: application of allelopathic studies. In: J.C. Lujendijk. **2000 years of**

natural products research past, present and future. Phytoconsult: Teus.

MACÍAS, F. A.; VARELA, R. M.; TORRES, A.; OLIVA, R. M.; MOLINILLO, J. M. G. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity. **Phytochemistry**, 48. 1998

MAGALHÃES, A.C.M.; ARAÚJO, M.L.; MELHORANÇA FILHO, A.L. Avaliação do Potencial Alelopático de *Cymbopogon citratus* e *Cyperus rotundus* L. sobre a Germinação e o Desenvolvimento Inicial de Plântulas de *Cordia alliodora*. In: XXVIII Congresso brasileiro da ciências das plantas daninhas na era da biotecnologia. **Anais... XXVIII Congresso brasileiro das ciências das plantas daninhas na era da biotecnologia.** Ano 2012.

MARTIN, V.L.; MCCOY, E.L.; DICK, W.A., Allelopathy of crop residues influences corn seed germination and early growth. **Agron, J.** 82:555-560,1990.

MCFADYEN, R. E. C., Biological Control Of Weeds. Annu. **Rev. Entomol.** 1998. 43:369–93

MEDEIROS, A. R. M.; CASTRO L. A. S.; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. Piracicaba: ESALQ. **Anais... ESALQ**, v. 47, n.1, 1990.

MEIKLEJOHN, J. Microbiology of the nitrogen cycle in some Ghana soils. **Emp. J. Exp. Agric.**, v. 30, p. 115-26, 1962.

MILLER, D.A. Allelopathic effects of alfafa. **Journal of Chemical Ecology**, v.9,n.81, 1983.

MILLS, W.R. Nitrate accumulation in Uganda soils. East Afr. **Agric. J.**,v.19, p.53-54, 1953.

MOREIRA, I. **Implicações da alelopatia na agricultura.** Lisboa, Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, 1979, 31p.

MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, E. M.; MORENO, S. C.; MARTINS, J. C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Eds.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças.** Viçosa: Epamig/CTZM. p. 117-136, 2006.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetation composition. **Bull. Torrey Bot. Club.**, v. 93, p. 332-351, 1966.

NARWAL, S.S. Research on allelopathy in India. In NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update.** Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.123-184.

NETZLY, D. H.; BUTLER, L. G. Roots of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Science**, v.26, p. 775-778, 1986.

NOGUEIRA, D.M.; NASCIMENTO, T.; ARAUJO, M. M. Utilização de Folhas da

Bananeira no Controle de Nematódeos Gastrointestinais de Ovinos na Região Semi-árida. **Revista Brasileira de Agroecologia** 4(2):2767-2771, 2009.

OLIVEIRA, L.G.A.; BELINELO, V.J.; ALMEIDA, M.S.; AGUILAR, E.B.; VIERA FILHO, S.A. Alelopatia de *Emiliasonchifolia* (L.) DC. (Asteraceae) na germinação e crescimento inicial de sorgo, pepino e picão preto. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011

OLIVEIRA, S.C.C.; GUALTIERI, S.C.J.; DOMÍNGUEZ, F.A.M.; MOLINILLO, J. M.G.; MONTOYA, R.V. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Botanica Brasilica** 26(3): 607-618. 2012.

OOTA, Y. Removal of sugar inhibition of flowering in *Lemna gibba* G3 by catecholamines. **Plant Cell Physiol.**, 15, pp. 63–68, 1974.

OVERLAND, L. The Role of Allelopathic Substances in the “Smother Crop” Barley. **American Journal of Botany**. Vol.53, No. 5, pp. 423-432, 1966.

PANASIUK, O.; BILLS, D. D.; LEATHER, G. R. Allelopathic influence of *Sorghum bicolor* on weeds during germination and early development of seedling. **Journal Chemical Ecology**, v. 12, n. 6, p. 1533-1543, 1986.

PELAEZ, V.; TERRA, F.H.B; SILVA, L.R.. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. Artigo apresentado no **XIV Encontro Nacional de Economia Política / Sociedade Brasileira de Economia Política - São Paulo/SP**, de 09/06/2009 a 12/06/2009. 22 p.

PELLETIER, S. W. (ed.) **Alkaloids chemical and biological perspectives**. v. 1-6, New York: Willey, 1983-1988.

PERON, F.; BONINI, E.A. Utilização de leucena (*Leucaena leucocephala*) como alternativa de controle de picão preto (*Bidens pilosa* L.). **Anais Eletrônico...VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, 2012.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R.. **Alelopatia. Biologia e manejo de plantas daninhas**, cap. 5, p.95-123, 2011.

PIRES, N.M.; PRATES, H.T.; PEREIRA, I.A.; OLIVEIRA, R.S.; FARIA, T.C.L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.

PRATES, H.T.; PEREIRA FILHO, I.A.; PAES, J.M.V; PIRES, N.M.; MAGALHÃES, P.C. **Efeito da parte aérea da leucina (*Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit) sobre o desenvolvimento das plantas daninhas e do milho**. Pesquisa em Andamento, EMBRAPA-CNOMS, Sete Lagoas, 1999, 2p.

PRATES, H.T.; PIRES, N.M.; PEREIRA FILHO, A. Controle de plantas daninhas na cultura do milho utilizando leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) De Wit). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.36-43, 2003.

PROTACIO, C. M.; DAI, Y.; LEWIS, E. F.; FLORES, H. E. Growth stimulation by catecholamines in plant tissue/organ culture. **Plant Physiol.**, 98, pp. 89–96, 1992.

PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. **Weed Physiology**, 1a.ed. Florida: CRC Press, 1985. P. 131-155.

PUTNAM, A. R.; DEFRANK, J.; BARNES, J.P.. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, Vol.9, No. 8, 1983.

PUTNAM, A. R.; DUKE, W. B., Allelopathy in agroecosystems. **Ann Rev Phytopathol**, 16:431-451, 1978.

REGNIER, E.E.; JANKE, R.R. Envolving strategies for managing weeds. In: EDWARDS, C.A. et al. **Sustainable agricultural systems**. Soil and Water Conservation Society, 1990, p.174-202.

REICHEL, T.; BARAZETTI, J. F.; STEFANELLO, S.; PAULERT, R.; ZONETTI, P. C. **Allelopathy of leaf extracts of jatropha (*Jatropha curcas* L.) in the initial development of wheat (*Triticumaestivum* L.)**. IDESIA (Chile), v.31, n.1, p.45-52. 2013.

RIBEIRO, J.P.N.; LIMA, M.I.S. Allelopathic effects of orange (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil. **Acta Bot. Bras.** vol.26 no.1 Feira de Santana Jan./Mar. 2012

RICE, E.L. Allelopathy. 2nd ed., New York, **Academic Press**, 1984.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K. & RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H. & RIZVI, H. (Eds.) **Allelopathy: Basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall, 1992.p.1-10.

RIZZARDI, A.; RIZZARDI, M. A.; LAMB, T. D.; JOHANN, L. B. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 117-724, 2008.

RIZZARDI, M.A.; KARAM, D.; CRUZ, M.B. Manejo e controle de plantas daninhas em milho e sorgo. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S.(Ed.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.571-594.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T. & FERREIRA, A.G. Research on allelopathy in Brazil.7 CONEXÃO In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update Enfield**, Science Pub. v.1, p.307-323, 1999.

RODRIGUES, L. R. A.; ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: **Simpósio sobre ecossistema de pastagens**, 2., 1993, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1993.

ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Net, Passo Fundo, 2001. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do09.htm>. Acesso em: 14

maio. 2016.

ROSADO, L. D. S. **Micropropagação, pós-colheita e efeito alelopático da manjeriço ‘Maria Bonita’**. Lavras; UFLA, 2009.

SÁNCHEZ, D. C. 2002. **Optimización de bioensayos alelopáticos: aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales**. 2002. 525 p. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) - Universidad de Cádiz, Porto Real, 2002.

SANTOS, H.A.A.; SILVA, E.D.; DUBBRSTEIN, D.; DIAS, J.R.M.; LEITE, H.M.F.; MOTA, L.H.S.O. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato de tiririca. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Anais...** Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE 2011.

SANTOS, J.C.F.; SOUZA, I.F.; MENDES, A.N.G.; MORAIS, A.R.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; MARINHO, J.T.S. Efeito de extratos de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.783-790, 1992.

SERAFIN, C. F. **Ação do sorgoleone na germinação de sementes de soja e trigo e espécies invasoras** 2007 62f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2007.

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed Science**, v.30, p. 2-12, 1982.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367p.

SILVA, A.L.K.; SILVA, K.G.; PAULERT, R.; ZONETTI, P.C.; ALBRECHT, L.P. Germinação e crescimento inicial de plântulas de *Euphorbia heterophylla* L. E *Glycinemax* L. Merrill na presença de extratos foliares de *Salvia officinalis* L. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR). Vol., 8, n.2, p.291-301, 2015.

SILVA, F.A.M. **Seleção de microorganismos com potencial de produção alelopáticos para o controle de plantas daninhas**. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, 2004.

SILVA, J.B.; PASSINI, T.; VIANNA, A.C. Controle de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, v.12, n.144, p.43-45, 1986.

SILVA, P. S. S.; FORTES, A. M. T. PILATTI, D. M.; BOIAGO, N. P. Atividade alelopática do exsudato radicular de *Jatropha curcas* L. sobre plântulas de *Brassica napus* L., *Glycinemax* L., *Zeamays* L. e *Helianthus annuus* L. **Insula Revista de Botânica**, Florianópolis, n.41, p.32-41. 2012.

SILVA, Z. L. Alelopátia e defesa em plantas. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259, 1978.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento** 5ª. Ed. Porto Alegre/Florianópolis. Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004, 1102 p.

SINGH, H.P., KOHLI, R.K., BATISH, D.R. Allelopathy in agro-ecosystems: an overview. **J. Crop Prod.** 4, 1–41, 2001.

SINDAG. Sindicato nacional da indústria de produtos para defesa agrícola – SINDAG 2012. Disponível em <<http://dados.contraosagrototoxicos.org/dataset/e645679e-fd44-4c6f-bafb-ad374cdf9745/resource/fa5eb064-bc1a-4bc7-af38-18d6b017d738/download/estados-classes-2010-2012-1.xlsx>>. Acesso em 17 de Março de 2016.

SMITH, T.A. Phenethylamine and related compounds in plants. **Phytochemistry** 16: 9-18, 1977,

SOUZA FILHO, A.P.; RODRIGUES, R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.165-170, fev. 1997.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S.M. Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*): efeito sobre plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 18, p. 435 – 441, 2000.

SOUZA FILHO, A.P.S., GUILHON, G.M.S.P., SANTOS, L.S. Metodologias empregadas em estudos da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA, C.N.; SOUZA, I. F.; PASQUIAL, M. Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.331-338, 1999.

SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, 1988.

SOUZA, L. S. et al. Possíveis efeitos alelopáticos de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o desenvolvimento inicial de limão cravo (*Citruslimonia* Osbeck). **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 122-129, 1997.

SOUZA, L. S. ; VELINI, E. D. ; MARTINS, D. ; ROSOLEM, C. A.. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta daninha**, vol.24, no.4, Viçosa, 2006.

SOUZA, M.A.A.; BORGES, R.S.O.S.; STARK, M.L.M.; SOUZA, S.R. Efeito de extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de plantas medicinais sobre a germinação de sementes de alface e sobre o desenvolvimento micelial de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola. **Revista Universidade Rural**, v. 22, n. 2, p. 181-185, 2002,

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Efeito estimulante do óleo essencial de eucalipto na germinação e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.30, n.63. 2010.

STIVEN, G. Production of antibiotic substances by roots of a grass [Trachypogon plumosus (H.B.K.) Nees] and *Pentanisia variabilis* (E. Mey.) Hary. (Rubiaceae). **Nature**, v. 170, p. 712-713, 1952.

SZOPA, J; WILCZYNSKI, G; FIEHN, O; WENCZEL, A; WILLMITZER, L. Identification and quantification of catecholamines in potato plants (*Solanum tuberosum*) by GC-MS. **Phytochemistry**, 58, pp. 315-320, 2001.

TENÓRIO R. Agricultura- Do subsídio a política agrícola. 68 ed. São Paulo. **Revista desafios do desenvolvimento**, 2011.

TSAI, B.Y. Effect of pells of lemon, orange, and grapefruit against *Meloidogyne incognita*. **Plant Pathology Bulletin** 17: 195-201, 2008.

TUKEY Jr., R. H. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **Bot. Rev.** , v. 35, p. 1-16, 1969.

TUR, C.M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. **Biotemas**, v. 23 n.2, p.13-22, junho de 2010.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 22,2000, Foz de Iguçu. Palestras... Foz de Iguçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**, Viçosa, 2000, p. 349-362.

VIECELLI, A.; CRUZ-SILVA, C.T.A.; Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de *Sálvia*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2009.

VOLL, E. et al. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.

WALLER, G.R. Introduction. In: F.A. MACIAS; J.C.G. GALINDO; J.M.G. MOLINILL; H.G. CUTLER (EDS.). **Recent advances in allelopathy**. Cádiz, Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, v.1., 1999.

WARD, K.A.; HARRIS, R.L.N. Inhibition of wool follicle DNA synthesis by mimosine and related 4(1H)-pyridones. **Australian Journal Biology Science**, 29: 189-196, 1976.

WEEB, M; SMITH, M. C., Biology of *Strigahermonthica* (scrophulariaceae) in Sahelian Mali: effects on pearl millet yield and prospects of control. **Weed Res**, 36:203-211, 1996.

WEIDENHAMER, J. D. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agron.J.**, v. 88, n. 6, 1996.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Curr.Opin. Plant Biol.*, v. 7, n. 4, 2004.

WESTON, L.A. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. *Agronomy Journal* 88, 1996.

WICHERS, H.J; VISSER, J.F.; HUIZING, H.J.; PRAS, N. Occurrence of l-dopa and dopamine in plants and cell-cultures of *Mucuna pruriens* and effects of 2,4-d and NaCl on these compounds. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 33: 259-264, 1993.

WILLIS R. J. **Justus Ludewig von Uslar, and the First Book on Allelopathy.** Univrsity of Melbourne, Australia ,2004.

YAKLE, G.A.; CRUSE, R.M., Effects of fresh and decomposing corn plant residue extracts on corn seedling development. *Soil SciSoc Am J*, 48:1143-1146,1984.

YANG, X.; OWENS, T. G.; SCHEFFLER, B. E.; WESTON, L. A. Manipulation of root hair development and sorgoleone production in sorghum seeding. *Journal of Chemical Ecology*, v. 30, n.1 , p.199-213, 2004.

YOUNG, C.C.; ZHU THORNE, L.R.; WALLER, G.R. Phytotoxic potential of soils and wheat straw in rice rotation cropping systems of subtropical Taiwan. *Plant and Soil*, 120:95-101, 1989.