

ALELOPATIA E SUAS INTERAÇÕES NA FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS

Cláudia de Paula Rezende¹
José Cardoso Pinto²
Antônio Ricardo Evangelista²
Ívina Paula Almeida dos Santos¹

1. INTRODUÇÃO

A alelopatia é definida como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (Rice, 1984). Ao longo dos anos, tem-se comprovado que as plantas produzem substâncias químicas com propriedades alelopáticas que afetam ou não algumas espécies de plantas (especificidade). Tais substâncias são encontradas distribuídas em concentrações variadas nas diferentes partes da planta e durante o seu ciclo de vida (periodicidade). Quando essas substâncias são liberadas em quantidades suficientes, causam efeitos alelopáticos que podem ser observados na germinação, no crescimento e/ou no desenvolvimento de plantas já estabelecidas e, ainda, no desenvolvimento de microrganismos (Carvalho, 1993).

¹ Doutorandas em Zootecnia/Forragicultura e Pastagens, UFLA, Lavras - MG.

² Professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, Lavras – MG. Bolsista do CNPq

e-mail: cprezende@zipmail.com.br

Os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados no ambiente pelas plantas doadoras. Dessa forma, a alelopatia distingue-se da competição, pois essa envolve a redução ou a retirada de algum fator do ambiente, necessário a outra planta no mesmo ecossistema, tal como água, luz e nutrientes (Rice, 1984). Como é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas, a alelopatia é um dos mecanismos por meio dos quais determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras, alterando-lhes o padrão e a densidade (Smith, 1989).

A alelopatia pode se tornar, portanto, importante fator de manejo de pastagens pelo uso de plantas que exercem controle sobre determinadas espécies indesejáveis. É possível também usar espécies de gramíneas e leguminosas pouco alelopáticas entre si. Os resultados são pastagens mais equilibradas, com reflexos positivos em produtividade e longevidade.

Nesse contexto, a identificação de forrageiras alelopáticas e o conhecimento dos mecanismos pelos quais elas exercem seus efeitos no ambiente revestem-se de grande importância, por propiciar um manejo mais adequado dessas plantas, com vistas a aumentar a produtividade e a persistência das pastagens.

2. ALELOPATIA E SEUS EFEITOS

Desde a antiguidade, sabe-se que algumas espécies vegetais podem prejudicar o crescimento de outras que estão nas suas proximidades. Durante muito tempo esse fato foi considerado como um fenômeno inexplicável (Rodrigues et al., 1992).

Existem dúvidas se as substâncias alelopáticas representam o produto final do metabolismo celular ou se são sintetizadas pelas plantas com funções específicas. Alguns pesquisadores defendem a primeira hipótese, pois existem maiores quantidades de agentes aleloquímicos nos vacúolos das células, onde seriam depositados para evitar sua própria autotoxicidade. Já, outros, consideram que a produção desses compostos é regida pelas leis da genética e que estão sendo constantemente sintetizados e degradados pelas plantas (Almeida, 1985).

Para Miller (1996), os metabólitos secundários de plantas e seus produtos de degradação são importantes em todos os agroecossistemas, incluindo os das plantas forrageiras, e os efeitos alelopáticos nesses sistemas de cultivos são importantes durante o estabelecimento de um relvado qualquer. Segundo o autor, a autotoxicidade e a heterotoxicidade são tipos de alelopatia, e a alfafa tem sido investigada como uma espécie que apresenta tanto a autotoxicidade como a heterotoxicidade.

A autotoxicidade ocorre quando a planta produz substâncias tóxicas que inibem a germinação das sementes e o crescimento de plantas da mes-

ma espécie. Pesquisas têm mostrado que as plantas de alfafa contêm compostos fitotóxicos solúveis em água, que são liberados dentro do ambiente do solo, por meio de folhas frescas, caules e tecidos da coroa, bem como de material seco, raízes em decomposição e sementes (Hall & Henderlong, 1989). A heterotoxicidade ocorre quando substâncias fitotóxicas são liberadas pela lixiviação e exudação das raízes e decomposição de resíduos de algum tipo de planta sobre a germinação das sementes e o crescimento de outra planta (Whittaker & Feeny, 1971).

As substâncias alelopáticas liberadas por uma planta poderão afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (Silva, 1978). De acordo com Whittaker & Feeny (1971), os efeitos alelopáticos de uma planta são aceitos desde que sejam comprovados: (a) que um inibidor químico efetivo esteja sendo produzido e ocorra numa concentração potencialmente efetiva no solo e (b) que a inibição não seja por efeito de competição da planta por luz, água e nutrientes, nem por uma atividade animal.

O efeito das substâncias inibidoras é mais pronunciado em solos arenosos do que naqueles ricos em matéria orgânica, pois a inativação e destruição das toxinas são mais lentas em solos pobres. Baseado nesses aspectos, é de se esperar maior influência alelopática em solos arenosos do que em solos ricos em microrganismos e frações coloidais (Barcik, 1999).

Velini (1991) afirma que é extremamente difícil isolar os efeitos dos vários processos pelos quais as plantas afetam umas as outras, principalmente os efeitos da competição e da alelopatia, no que é corroborado por Alves (1992), que complementa citando que a competição entre plantas reduz ou remove do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas, enquanto na alelopatia ocorre a adição de um fator ao meio. Souza et al. (1993) estudaram em condições de casa-de-vegetação a possível ocorrência de efeito alelopático de 18 espécies de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* e observaram alterações importantes no desenvolvimento das mudas, tais como desaceleração no crescimento em altura, diâmetro do caule, produção de matéria seca e variações no teor de clorofila. Entre as espécies testadas, *B. decumbens* provocou os efeitos mais drásticos, principalmente no desenvolvimento da parte aérea, reduzindo em 97,74% e 62,81% o aumento da matéria seca de caules e folhas e das raízes das plantas de eucalipto, respectivamente.

Estudos sobre os efeitos alelopáticos de algumas gramíneas e leguminosas foram realizados por Medeiros et al. (1990), por meio dos quais verifica-se que a aveia (*Avena sativa*) e o azevém (*Lolium multiflorum*) podem ser utilizados como culturas de cobertura com propriedades alelopáticas, assim como a *Vicia* sp. quando se desejar, além da redução de plantas daninhas, matéria orgânica para incorporação.

É importante lembrar que os efeitos benéficos de uma planta sobre outra não devem ser desvinculados do conceito de alelopatia, uma vez que um dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração do mesmo no meio ambiente (Rice, 1979). Ademais, vale a pena ressaltar que o efeito alelopático depende de um composto que é adicionado ao ambiente. Nesse sentido, uma planta na pastagem pode afetar o crescimento da outra, sem que ocorra o efeito alelopático, mediante competição por fatores do ambiente, tais como água, luz e nutrientes (Rodrigues et al., 1992).

3. COMPOSTOS QUÍMICOS COM EFEITOS ALELOPÁTICOS

Entre os agentes alelopáticos, existem mais de 300 compostos secundários vegetais e microbiológicos pertencentes a muitas classes de produtos químicos (Rice, 1984) e esse número continua aumentando com a realização de novas pesquisas. Essa diversidade entre estruturas aleloquímicas é que dificulta os estudos de alelopatia. Outra complicação é que a origem de um aleloquímico frequentemente é obscura e sua atividade biológica pode ser reduzida ou aumentada pela ação microbiológica, oxidação e outras transformações. Possíveis fontes de aleloquímicos no ambiente das plantas incluem numerosos microrganismos, certas invasoras, uma cultura anterior ou mesmo a cultura atual. Similarmente, as espécies afetadas podem ser os microrganismos, as invasoras ou a cultura (Einhellig, 1996).

Algumas plantas forrageiras acumulam compostos, como o ácido cianídrico, os glicosídeos, os alcalóides e os taninos, que possuem sabor amargo e/ou adstringente, o que pode representar uma defesa contra o pastejo e o ataque de pragas. Essas plantas escapam do pastejo, pois os animais selecionam as forrageiras mais pela palatabilidade do que pela aparência ou odor que desprendem (Durigan & Almeida, 1993).

Vários tipos de compostos orgânicos foram identificados como aleloquímicos, produzidos por microrganismos ou plantas superiores (Rice, 1984), podendo ser relacionados como principais os seguintes:

- Ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia reta, aldeídos alifáticos e cetonas; ácidos cítrico, málico, acético e butírico; metanol, etanol e acetaldeído;
 - Lactonas insaturadas simples: patulina e ácido parasórbico;
 - Ácidos graxos de cadeia longa e poliacetilenos: oléico, esteárico, mirístico e agropireno;
 - Naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas: julglona, tetraciclina e aureomicina;
 - Fenóis simples, ácido benzóico e derivados: ácido gálico, vanílico e hidroquinona;
 - Ácido cinâmico e derivados: ácido clorogênico e ferúlico;
 - Cumarinas: escopoletina e umbeliforona;
 - Flavonóides: quercitina, florizina e catequina;
-

- Taninos condensados e hidrolisáveis: ácidos elágico e digálico;
- Terpenóides e esteróides: cineole, cânfora e limoneno;
- Aminoácidos e polipeptídeos: marasmina e victorina;
- Alcalóides e cianoidrinas: estriquinina, atropina, codeína, cocaína e amidalina;
- Sulfetos e glicosídeos: sirigrina e alilisotiocianato;
- Purinas e nucleosídeos: cordicepina, teofilina e paraxantina.

3.1. NATUREZA E FUNÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS ALELOPÁTICAS

Nas plantas, as substâncias alelopáticas desempenham as mais diversas funções, sendo responsáveis pela prevenção da decomposição das sementes, interferem na sua dormência e também na das gemas e influenciam as relações com outras plantas, com microrganismos, com insetos e até com animais superiores, incluindo o homem (Durigan & Almeida, 1993). Como exemplos, os autores citam que a resistência da cevada (*Hordeum vulgare*) ao pulgão (*Schizaphis graminium*) é conferida pelos fenóis e derivados que contêm e que as lecitinas presentes nas sementes de muitas leguminosas as tornam repelentes a algumas espécies de insetos.

Os compostos químicos liberados pelas plantas ou microrganismos no ambiente e que causam efeitos benéficos ou deletérios sobre outras plantas ou microrganismos são denominados de substâncias alelopáticas, agentes aleloquímicos ou simplesmente aleloquímicos, ou produtos secundários

(Carvalho, 1993). Quando o composto liberado causa somente efeitos prejudiciais, recebe também o nome de fitotoxina. Esses compostos podem ser produzidos em qualquer parte das plantas e a sua concentração varia de espécie para espécie e, numa mesma espécie, de acordo com a parte da planta e o seu estágio de desenvolvimento. (Rodrigues et al., 1993).

Na Figura 1 são apresentados os produtos químicos alelopáticos e as rotas prováveis de síntese dos mesmos.

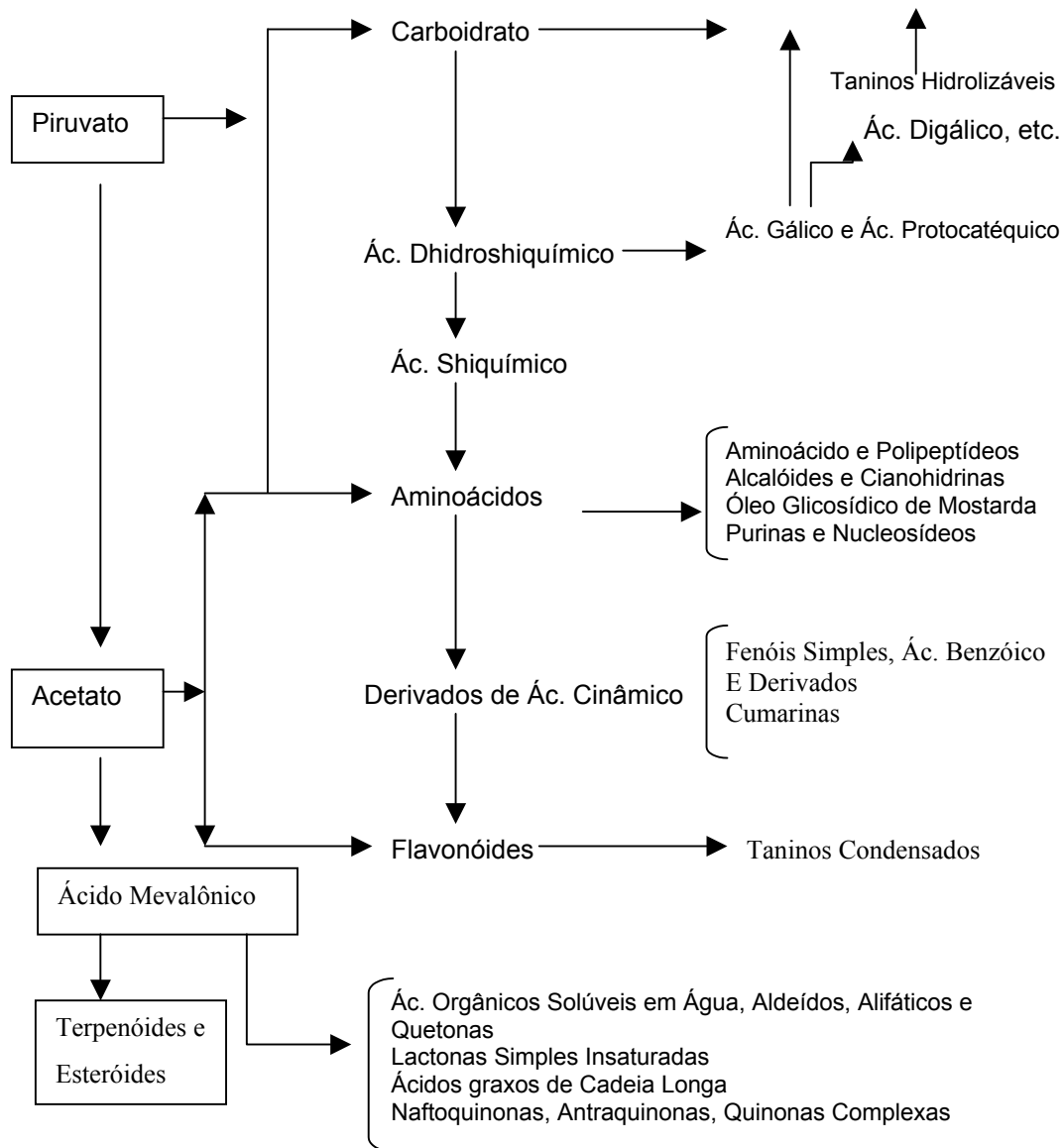


Figura 1 - Produtos químicos alelopáticos e rotas prováveis de síntese.

4. VIAS DE LIBERAÇÃO E FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE ALELOQUÍMICOS

Todas as plantas são potencialmente capazes de sintetizar compostos alelopáticos, embora as plantas cultivadas e suas variedades comerciais tenham perdido muito essa capacidade. Essa característica era mais comum nos precursores silvestres das atuais plantas cultivadas, que se adaptaram para competir com outras plantas, garantindo não só a formação de estandes puros, como também a defesa contra insetos (Bansal & Bhan, 1993).

Resultados experimentais obtidos por vários autores mostram que todas as partes das plantas podem conter compostos alelopáticos. Em bioensaios, esses compostos já foram encontrados nas folhas, caules aéreos, rizomas, raízes, flores, frutos e sementes de diversas espécies, mas as folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos (Rodrigues et al., 1993; Weston, 1996).

Os compostos alelopáticos podem ser liberados das plantas por lixiviação a partir dos tecidos, volatilização, exsudação pelas raízes e decomposição de resíduos da planta (Souza, 1988; Rodrigues et al., 1992; Weidenhamer, 1996), do seguinte modo:

- **lixiviação:** as toxinas solúveis em água são lixiviadas da parte aérea e das raízes ou, ainda, dos resíduos vegetais em decomposição (Almeida, 1985). Pode-se citar, principalmente, a lixiviação dos ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, substâncias pécnicas, terpenóides, alcalóides, compostos fenólicos e giberelina (Souza, 1988);
 - **volatilização:** compostos aromáticos são volatilizados das folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas (Almeida, 1985). Nesse grupo, encontram-se compostos como o gás carbônico (CO₂), a amônia (NH₃), o etileno e os terpenóides. Esses últimos atuam sobre as plantas vizinhas por meio dos próprios vapores ou condensados no orvalho ou, ainda, alcançam o solo e são absorvidos pelas raízes (Souza, 1988).
 - **Exsudação pelas raízes:** um grande número de compostos alelopáticos são liberados na rizosfera circundante e podem atuar direta ou indiretamente nas interações planta/planta e na ação de microrganismos (Tukey Júnior, 1969). Entre esses compostos, podem ser citados o ácido oxálico, a amidalina, a cumarina e o ácido transcinâmico (Silva, 1978; Souza, 1988);
 - **Decomposição de resíduos:** toxinas são liberadas pela decomposição das partes aéreas ou subterrâneas, direta ou indiretamente, pela ação de microrganismos (Silva, 1978). Perdas da integridade de membranas celulares permitem a liberação de um grande número de compostos que im-
-

põem toxicidade aos organismos vizinhos, tais como os glicosídeos cianogênicos (Souza, 1988), ácidos fenólicos, agropireno, cumarinas (Silva, 1978) e flavonóides (Rice, 1984).

A inibição alelopática resulta da ação conjunta de um grupo de aleloquímicos que, coletivamente, interferem em vários processos fisiológicos e dependem da extensão dos estresses bióticos e abióticos associados. A alelopatia está estreitamente ligada a outros estresses ambientais, incluindo temperaturas extremas, deficiências de nutrientes e de umidade, radiação, insetos, doenças e herbicidas (Einhellig, 1996). Essas condições de estresse freqüentemente aumentam a produção de aleloquímicos, aumentando o potencial de interferência alelopática (Einhellig, 1995).

Na Figura 2 verifica-se que após a liberação pela “planta doadora”, um composto aleloquímico pode seguir por diferentes vias (ou ser alterado), até causar o efeito alelopático na “planta receptora”.

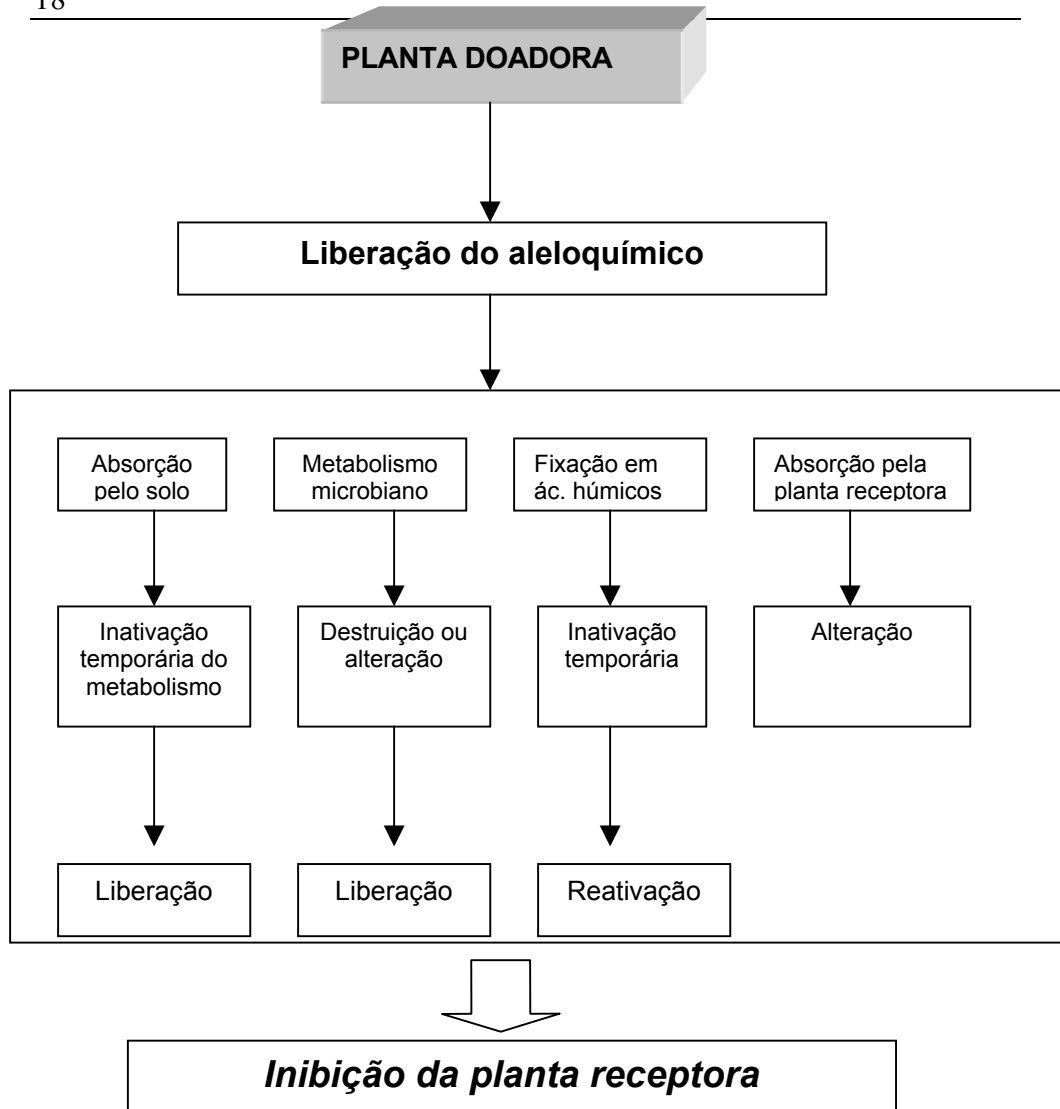


Figura 2 - Vias prováveis seguidas por compostos aleloquímicos da liberação pela planta doadora até causar o efeito alelopático na planta receptora.

Conforme se verifica na Figura 2, as interações que ocorrem são muito complexas, pois os produtos químicos presentes no meio podem vir

diretamente de um simples organismo, de plantas ou surgirem como resultado dos processos de decomposição e formação do húmus no solo (Hale & Orcutt citado por Rodrigues et al., 1993). Além disso, a quantidade e a natureza química dos compostos alelopáticos liberados variam com a espécie e idade da planta, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes, atividade microbiana da rizosfera e tipo de solo (Einhellig, 1985).

5. MECANISMOS DE AÇÃO E FUNÇÕES DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

Os conhecimentos dos efeitos alelopáticos e dos mecanismos de ação de várias substâncias são importantes para se entender as interações entre plantas, tanto nos ecossistemas naturais, como nos agrícolas (Rodrigues et al., 1993).

Via de regra, os efeitos dos aleloquímicos estão relacionados a processos fisiológicos na planta. Entretanto, os mecanismos de ação desses compostos ainda não estão completamente esclarecidos. Sabe-se que os mesmos afetam processos, tais como a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, a assimilação de nutrientes, a fotossíntese, a respiração, a síntese de proteína, a atividade de várias enzimas e a perda de nutrientes pelos efeitos na permeabilidade da membrana celular (Durigan & Almeida, 1993; Rodrigues et al., 1993; Einhellig, 1995).

A grande diversidade dos compostos que causam alelopatia indicam diferentes mecanismos de ação e, em muitos casos, sua fitotoxicidade pode originar-se mais de um rompimento celular generalizado do que de um mecanismo específico (Einhellig, 1995).

São poucas as informações sobre como as substâncias alelopáticas atuam nas plantas. A grande dificuldade que se apresenta é que essas substâncias afetam mais de uma função e provocam efeitos colaterais difíceis de se distinguir dos principais. Rice (1984) menciona que os efeitos podem ocorrer sobre:

- a regulação do crescimento (divisão celular, síntese orgânica, interação com hormônios, efeito sobre enzimas, metabolismo respiratório);
- a abertura estomatal e fotossíntese;
- a absorção de nutrientes;
- a inibição da síntese de proteínas;
- as mudanças no metabolismo lipídico.

6. ADUBAÇÃO VERDE E ALELOPATIA

A adubação verde é a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando à proteção superficial, bem como à manutenção e à melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, inclusive a profundidades significativas (Calegari et al., 1993).

A adubação verde possui as seguintes funções:

- proteger o solo contra a erosão provocada por chuvas de alta intensidade;
 - manter elevada a taxa de infiltração de água no solo pelo efeito combinado do sistema radicular com a cobertura vegetal;
 - elevar, ao longo dos anos, o teor de matéria orgânica do solo;
 - aumentar a capacidade de retenção de água do solo;
 - promover a mobilidade e reciclagem mais eficiente de nutrientes;
 - diminuir a lixiviação de nutrientes como o nitrogênio;
 - promover o aporte de nitrogênio mediante fixação biológica pelo uso de leguminosas;
 - reduzir a população de invasoras pelo crescimento rápido e agressivo dos adubos verdes (efeito supressor e/ou alelopático). O efeito supressor é a ação de impedimento físico. Assim, por exemplo, a passagem de luz é prejudicada, reduzindo a germinação das sementes de espécies exigentes nesse fator.
-

O uso de cobertura verde ou morta e dos restos vegetais, visando ao controle de plantas daninhas, é um dos exemplos mais antigos do aproveitamento econômico da alelopatia. Além do efeito supressor de plantas daninhas, a cobertura morta exerce importantes efeitos na conservação do solo e na manutenção de sua umidade (Medeiros, 1989). Inicialmente, a inibição alelopática exercida pelos restos de culturas foi atribuída à ação de impedimento físico da camada vegetal ou, até mesmo, ao impedimento da passagem de luz, que é importante para a germinação das sementes de certas espécies (Medeiros, 1989).

Segundo Almeida (1988), a diferença entre cobertura morta e incorporação está na velocidade de decomposição do material, que nas coberturas mortas é menor. A incorporação dilui os aleloquímicos e, como a ação desses produtos depende da concentração, pode-se esperar que os resíduos colocados na superfície do solo, ou seja, como cobertura morta, seja a forma mais indicada para se manejar a ação alelopática das culturas. Por outro lado, a decomposição do material sobre o solo é mais lenta, o que pode afetar o nível de concentração de aleloquímicos no solo ou, se o nível crítico de concentração de aleloquímicos for atingida, a decomposição lenta seria vantajosa pelo maior período de ação alelopática.

Os sintomas dos efeitos alelopáticos mais citados na literatura, provocados pelas coberturas mortas nas culturas, são a inibição da germinação, a falta de vigor vegetativo ou morte de plântulas, o amarelecimento ou clo-

rose das folhas, a redução do perfilhamento e o atrofiamento ou deformação das raízes (Almeida, 1988).

Para se tirar proveito dos efeitos alelopáticos das coberturas mortas, como forma de reduzir a infestação das culturas que nelas se instalam, é necessário que os aleloquímicos sejam liberados paulatinamente ao longo do tempo, para que os efeitos se façam sentir até que as plantas atinjam o desenvolvimento suficiente para competir, com vantagens, com as infestantes que possam se estabelecer na área. O que ocorre em pastagens é que as plantas forrageiras são periodicamente pastejadas ou cortadas, permitindo a penetração de luz. A duração do efeito alelopático, nesse caso, deve ser mais longa, até que as forrageiras perfilhem o suficiente para abafarem as possíveis invasoras (Abbado, 1995).

7. ALELOPATIA EM PLANTAS FORRAGEIRAS

O conhecimento dos efeitos alelopáticos de várias substâncias é importante para se entender as interações entre espécies de plantas, tanto em ecossistemas naturais como nos ecossistemas agrícolas (Rodrigues et al., 1992).

Wardle et al. (1991) estudaram o potencial alelopático da invasora de pastagem *Carduus nutans* na velocidade de germinação e alongamento da radícula das seguintes espécies de plantas forrageiras: *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* e *T. subterraneum* e também de si pró-

pria. Concluíram que houve inibição na germinação e no alongamento da radícula de quase todas as espécies testadas e que a velocidade de germinação pode ser o indicador mais sensível dos efeitos alelopáticos. O efeito osmótico dos extratos aquosos das gramíneas forrageiras *Dactylis glomerata*, *Phalaris tuberosa*, *Festuca arudinacea* e *Holcus lanatus* foi também estudado por Wardle et al. (1992), que constaram que a inibição alelopática da germinação foi menor que a inibição da velocidade de germinação ou alongamento da radícula das mesmas plantas. O potencial osmótico dos extratos aquosos variou de $-36,7$ a $-45,8$ Kpa, sendo capazes de inibir a germinação e o alongamento da radícula de várias espécies de plantas.

Velu & Ali (1994) estudaram o efeito alelopático dos extratos aquosos de raízes de *Cynodon dactylon* e *Cyperus rotundus* na soja (*Glycine Max.*). Houve redução da produção de matéria seca total, da área foliar e do teor de clorofila, que resultou em menor produção de grãos. O efeito dos extratos aquosos das raízes de *Cynodon dactylon* foi mais severo que os de *Cyperus rotundus*.

Bioensaios com misturas binárias que incluem uma cultura com potencial alelopático conhecido e uma espécie de planta invasora foram utilizados para determinar a importância da alelopatia comparada à competição. Entre as culturas avaliadas, as plantas de arroz reduziram o número de folhas da invasora *Echinochloa crusgalli* e a germinação das sementes de sorgo reduziu o comprimento da radícula de invasoras (Hoffman et al., 1996).

Leigh et al. (1995) estudaram o papel da alelopatia no declínio de leguminosas nas pastagens. Constataram que a produção da leguminosa forrageira *Trifolium subterraneum* diminuiu na presença de resíduos das gramíneas *Phalaris aquatica* e *Triticum aestivum*. Já quando os resíduos foram incorporados ao solo, esse efeito não foi evidenciado.

8. EFEITOS ALELOPÁTICOS DE LEGUMINOSAS

Medeiros et al. (1990) estudaram os efeitos alelopáticos produzidos por espécies vegetais e recomendaram o uso de leguminosas, uma vez que para essas plantas pode-se associar a prática de adubação verde do solo. A *Vicia* sp. foi indicada pelos autores por proporcionar maior cobertura do solo, elevada produção de matéria verde e atuação sobre plantas invasoras, tais como *Apium ammi*, *Urticaurens bonariensis* e *Lepidium bonariensis*. Com relação ao trevo (*Trifolium repens*) e a alfafa (*Medicago sativa*), há necessidade de estudos complementares sobre a ação alelopática dessas plantas, pois, apesar da alta presença de espécies estranhas, não se observou a presença de gramíneas nas áreas cultivadas com aquelas leguminosas.

Hegde & Miller (1990) estudaram a autotoxicidade e alelopatia em alfafa. Os autores constataram que o seu crescimento, avaliado pela altura e peso fresco por planta, foi significativamente reduzido em solo previamente cultivado com a mesma, quando comparado àquele obtido em solo previamente cultivado com sorgo (Tabela 1). Contudo, a germinação das sementes

de alfafa não foi afetada pela cultura precedente. No caso do sorgo, as diferenças na porcentagem de germinação das sementes e na altura das plantas em função das culturas precedentes não foram significativas. Porém, o peso fresco por planta de sorgo foi menor quando a cultura precedente foi a alfafa.

Tabela 1 - Efeito das culturas precedentes sobre a emergência e o crescimento das plântulas de alfafa e de sorgo aos 21 dias após o plantio.

Cultura	Pre- cedente	Alfafa			Sorgo		
		G %	H cm	P g	G %	H cm	P g
Alfafa		75,0	3,61	0,06	79,2	5,44	0,21
Sorgo		77,5	6,41	0,12	79,2	5,26	0,38
Teste t		NS	**	**	NS	NS	**

** (P<0,01); NS= não significativo

G,H e P = Germinação, Altura das plantas e Peso fresco/planta, respectivamente.

Fonte: Hegde & Miller (1990)

Segundo Dall'agnol & Basso (2000), no estabelecimento de uma cultura de alfafa, a incidência de patógenos é comum (fungos dos gêneros *Pythium*, *Phytophthora* e *Rhizoctonia*) e está associada com a temperatura. No entanto, somam-se a isso outros fatores que devem ser contemplados como responsáveis pelo insucesso no estabelecimento, como autotoxicidade ou alelopatia. Miller, citado por Dall'agnol e Basso (2000), afirma que a alfafa contém substâncias solúveis em água que são inibidoras não somente da própria espécie, mas também de outras (heterotoxicidade). Essas subs-

tâncias são capazes de afetar o restabelecimento da alfafa em áreas onde ela já existiu. Em geral, quando se tentou reintroduzir a alfafa em estandes já estabelecidos, mas em decadência, a incorporação de resíduos das plantas velhas ao solo liberou substâncias inibidoras que afetaram as plântulas novas. Nesse sentido, Tesar (1993) informou que é possível o estabelecimento de alfafa, respeitando-se um período mínimo de duas semanas após a incorporação dos resíduos pela lavração, ou de três semanas após a aplicação de dessecante. Porém, já existem relatos de cultivares de alfafa com alguma tolerância à alelopatia, o que indica a possibilidade de melhoramento genético para tal fator (Miller, 1996)

Chung & Miller (1995b) avaliaram o efeito alelopático dos extratos aquosos das gramíneas forrageiras *Festuca arundinacea*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Agrostis gigantea*, *A. alba*, *Phalaris arundinacea*, *Sorghum bicolor* e *Lolium perenne* sobre as sementes de alfafa, e constatararam que todos os extratos reduziram a germinação de suas sementes, exceto os extratos de *A. gigantea* e *P. arundinacea*. Os extratos de *F. arundinacea* e de *B. inermis* causaram maior redução na porcentagem de germinação das sementes.

Os mesmos autores, em outro trabalho, avaliaram as sementes de sete cultivares de alfafa (Apollo-Supreme, Arrow, Vernal, DK-125, Dawn, Pioneer-5472 e Magnum III), irrigadas com seus próprios extratos, em quatro concentrações (10, 20, 30 e 40% p/v). Na concentração mais elevada

(40%), ocorreu redução no comprimento do hipocótilo e da radícula, na produção de matéria seca e no vigor das plântulas e também na porcentagem de germinação das sementes de todas as cultivares. Essas podem ser classificadas na seguinte ordem decrescente de inibição: Pioneer-5472, Arrow, Magnum III, Vernal, Apollo-Supreme, DK-125 e Dawn (Chung e Miller, 1995a).

Também houve redução na germinação das sementes e no crescimento das plântulas de *Medicago sativa* e de *Lolium multiflorum*, quando irrigadas com os extratos aquosos de caule e folhas das gramíneas *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum* e *Critesium pusillum*, nas concentrações de 1,0 a 10,0 g/L. Houve completa inibição do crescimento das plântulas de alfafa, na concentração de 7,0 g/L, das três gramíneas (Smith & Martin, 1994).

A *Crotalaria juncea* é uma leguminosa anual que, segundo Calegari et al. (1993), tem efeito alelopático e/ou supressor de invasoras bastante expressivo. Wutke (1993) cita que há evidências dos efeitos alelopáticos da *Crotalaria juncea* sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*).

9. RECENTES ESTUDOS DE ALELOPATIA EM PLANTAS FORRAGEIRAS NO BRASIL

Os estudos sobre alelopatia foram iniciados há mais de 30 anos, visando ao controle de plantas invasoras com a utilização de leguminosas forrageiras (Magalhães & Franco, citados por Rodrigues et al., 1993).

Coelho (1986) estudou a fitotoxicidade de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana*), uma gramínea invasora de difícil controle encontrada no sul do Brasil, e utilizou como plantas indicadoras o azevém anual (*Lolium multiflorum*), o trevo branco (*Trifolium repens*) e o cornichão (*Lotus corniculatus*). Esse autor observou que a germinação das sementes e o crescimento das plântulas de trevo branco foram prejudicados com a presença dessa gramínea. O crescimento das plântulas do azevém anual, tanto das raízes como da parte aérea, foi prejudicado quando essa forrageira foi cultivada em solo onde vegetou a invasora. Houve efeito depressivo, embora não significativo, do capim-annoni-2 sobre o cornichão (Tabela 2). Pelos resultados observados, evidenciam-se os efeitos alelopáticos do capim-annoni-2 sobre as espécies estudadas.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes e produção de matéria seca (MS) da parte aérea e das raízes de plantas de azevém, de trevo branco e de cornichão, quando cultivadas em solos onde vegetou, ou não, o capim-annoni-2.

Vegetação do solo	Espécies		
	Azevém	Trevo branco	Cornichão
	Germinação (%)		
S/capim-annoni-2	98,4a	94,2a	67,8a
C/capim-annoni-2	99,8a	54,2b	57,3a
	Parte aérea (g/vaso de MS)		
S/capim-annoni-2	6,85a	1,81a	1,67a
C/capim-annoni-2	1,52b	0,07b	0,42a
	Raízes (g/vaso de MS)		
S/capim-annoni-2	11,40a	1,33a	1,35a

C/capim-annoni-2	1,68b	0,28a	0,60a
------------------	-------	-------	-------

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna de cada variável, não diferem pelo teste de Duncan ($P>0,05$).

Fonte: Adaptado de Coelho (1986)

Os efeitos da incorporação de folhas ou raízes de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no desenvolvimento e nodulação das leguminosas forrageiras: soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Tinaroo), desmódio (*Desmodium intortum* cv. Green leaf), galactia (*Galactia striata* cv. Yarana) e o capim-colonião (*Panicum maximum* cv. IZ 1) foram estudados em vasos em dois solos: Podzólico Vermelho-Amarelo variação Lara (de Nova Odessa, SP) e um Latossolo Vermelho-Escuro-orto (de Itapetininga, SP), por Paulino et al. (1987). Pelos resultados obtidos, constatou-se que no solo de Itapetininga, explorado anteriormente com eucalipto, havia efeito inibidor ao cultivo das forrageiras, ao passo que esse fato não ocorreu no solo de Nova Odessa, onde anteriormente não se cultivou eucalipto. A adição de folhas de eucalipto secas e picadas aos vasos resultou em efeitos alelopáticos prejudiciais às três leguminosas, sendo o desmódio o menos sensível e a soja perene a mais sensível (Tabela 3). No capim-colonião, não foram observados esses efeitos.

Os efeitos alelopáticos e de competição da invasora capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) na soja foram estudados por Almeida (1991). Após a semeadura, os vasos foram irrigados com extratos aquosos da parte aérea da invasora nas concentrações de 0, 1, 5, 10 e 13,3%. Os extratos aquosos provocaram alterações na soja, mas só quando essa atingiu 45 dias após a semeadura. A produção de matéria seca de raízes foi reduzida nas concentrações de 10 e 13,3% e também a da parte aérea e a altura das plantas, na concentração de 13,3%. Tanto o número total de nódulos quanto o peso unitário desses reduziram-se gradativamente, até que nas concentrações de 10 e 13,3% inibiram completamente a sua formação.

Almeida (1991) também verificou que extratos aquosos, a 10% p/v, de palhas de diversas forrageiras usadas como coberturas mortas, quando usados como umidificantes em testes de germinação de sementes de espécies silvestres (Tabela 4) e cultivadas (Tabela 5), inibiram a germinação das sementes ou o desenvolvimento das plântulas, sendo esses efeitos específicos.

Tabela 3. Produção de matéria seca e peso seco dos nódulos da soja perene, da galactia e do desmódio cultivadas nos solos de Nova Odessa (NO) e de Itapetininga (I).

Tratamentos	Parte aérea (g/vaso de MS)		Raízes (g/vaso de MS)		Nódulos (mg/vaso de peso seco)	
	NO	I	NO	I	NO	I
<i>Soja Perene</i>						
Só solo	8,48b	0,99a	0,37ab	0,10a	15,0a	2,0a
Solo+FS*	1,31c	1,23a	0,06b	0,13a	13,0a	4,0a
Solo+FV*	12,42a	1,26a	1,02a	0,12a	15,0a	2,0a
Solo+R*	8,42b	0,60a	0,27ab	0,06a	15,0a	4,0a
<i>Galactia</i>						
Só solo	7,47a	4,17ab	1,37a	1,19a	22,0a	8,0a
Solo+FS	2,53c	3,71b	0,51a	0,71a	15,0b	12,0a
Solo+FV	12,64a	7,48a	1,73a	1,23a	23,0a	8,0a
Solo+R	6,77b	3,27b	1,25ab	0,72a	20,0a	14,0a
<i>Desmódio</i>						
Só solo	15,53b	6,77a	3,10a	1,87a	24,0ab	11,0a
Solo+FS	1,50c	3,87b	0,21c	0,67b	13,0c	11,0a
Solo+FV	22,36a	6,67a	3,76a	2,06a	29,0a	8,7a
Solo+R	12,52b	7,00a	1,77b	1,67a	24,0ab	10,3a

Valores na mesma coluna, dentro de cada espécie, seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

*FS, FV e R = Folhas Secas, Folhas Verdes e Raízes de eucalipto, respectivamente.

Fonte: Adaptado de Paulino et al. (1987).

Tabela 4 - Influência de extratos aquosos de diversas forrageiras na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de espécies silvestres.

Extratos	Nº de sementes germinadas						Comprimento da radícula (cm)					
	Capim- marmelada	Capim- carrapicho	Amendoim bravo	Picão preto	Capim- marmelada	Capim- carrapicho	Amendoim bravo	Picão preto	Capim- marmelada	Capim- carrapicho	Amendoim bravo	Picão preto
Testemunha	8,7a	15,7a	30,5ab	14,5a	4,9a	9,1a	7,4a	-	-	-	-	-
Trigo	5,0a	13,5a	33,5a	7,5ab	4,2a	7,7a	4,2b	-	-	-	-	-
Aveia	4,3a	12,3a	34,2a	6,0ab	1,7c	0,7c	0,8cd	-	-	-	-	-
Centeio	5,8a	10,0ab	33,5a	2,7ab	1,5c	3,2b	1,2c	-	-	-	-	-
Tremoço	1,3b	1,0c	33,7a	0,0	0,0	0,1c	0,3d	-	-	-	-	-
Triticale	7,8a	12,0a	32,7a	5,5ab	3,8b	3,5b	1,2c	-	-	-	-	-
Nabo forrageiro	1,5b	9,3ab	29,0ab	0,0	0,6c	0,9c	0,5d	-	-	-	-	-
Colza	0,0	3,3bc	23,0b	0,0	0,0	0,1c	0,1d	-	-	-	-	-

As médias de cada coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Fonte: Adaptado de Almeida (1991)

Tabela 5 - Influência de extratos aquosos de diversas forrageiras na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de espécies cultivadas

Extrato	N° de sementes germinadas									Comprimento da radícula (cm)					
	Algodão	Soja	Milho	Feijão	Arroz	Algodão	Soja	Milho	Feijão	Arroz	Algodão	Soja	Milho	Feijão	Arroz
Testemunha	22,7a	25,0a	24,5a	24,7a	24,5a	6,7a	11,5a	10,4a	11,8a	8,5ab					
Aveia	4,7c	25,0a	23,5ab	24,5a	24,7a	0,0	6,0bc	5,5abc	5,9c	0,9c					
Trigo	17,7b	24,7a	24,7a	24,5a	24,7a	3,7b	8,6ab	8,5abc	9,0b	1,9c					
Centeio	3,0c	24,7a	23,5ab	24,5a	24,7a	0,2c	3,2c	4,6bc	3,8c	0,2c					
Nabo forrageiro	1,0c	23,2b	21,2b	24,2a	2,3c	1,0c	0,0	0,0	0,5d	0,0					
Tremoço	1,0c	25,0a	24,5a	24,2a	17,0b	0,0	0,0	0,2c	0,5d	0,0					
Azevém	21,7ab	25,0a	24,7a	24,5a	24,5a	5,6ab	11,4a	10,4a	11,2ab	10,3a					
Serradela	21,0ab	24,7a	24,7a	25,0a	24,0a	6,2a	1,5c	6,6ab	12,8a	9,1ab					
Ervilhaca	22,7a	25,0a	25,0a	25,0a	25,0a	5,9ab	10,0a	8,3ab	12,2a	7,3b					

As médias de cada coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Fonte: Adaptado de Almeida (1991)

Na Tabela 5 verifica-se que, com exceção das palhas de azevém, de serradela e de ervilhaca, todas as espécies restantes influenciaram a germinação das sementes ou o desenvolvimento de plântulas das culturas anuais. Almeida (1991) sugere que os extratos daquelas espécies não apresentaram efeitos alelopáticos por terem sido obtidos de material cortado há três meses.

É importante fazer a distinção entre o tipo e a duração das interações que ocorrem nos ecossistemas para melhor visualizar os efeitos alelopáticos. Assim, por exemplo, a inibição do crescimento de uma leguminosa em uma pastagem, pela mesma leguminosa ou por uma gramínea, quando os fatores necessários ao crescimento não são limitantes para as plantas envolvidas, decorre da autotoxicidade (alelopatia intra-específica) ou da alelopatia propriamente dita (interespecífica) (Rodrigues et al., 1993)

Stanizio et al. (1991) avaliaram o efeito alelopático de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o crescimento de plântulas de *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* cv. Bandeirante, *S. guianensis* var. *vulgaris* cv. Mineirão, *S. macrocephala* cv. Pioneiro e *Centrosema brasilianum*. As sementes foram colocadas para germinar em substrato umedecido com uma solução aquosa da parte aérea do braquiário, nas concentrações de 0, 25, 50 e 100%. Os autores observaram que os extratos não afetaram a germinação das sementes das leguminosas, nem a radícula e o hipocótilo de *Centrosema brasilianum*, mas prejudicaram os comprimentos da radícula e do hipocótilo

das cvs. Bandeirante e da var. *vulgaris* cv. Mineirão e o comprimento da radícula da cv. Pioneiro. Os extratos, nas concentrações de 50 e 100%, diminuíram o crescimento da cv. Bandeirante, enquanto as demais leguminosas foram reduzidas apenas pela concentração de 100%. Concluíram que a *B. brizantha* cv. Marandu possui substâncias alelopáticas capazes de inibir o crescimento das leguminosas testadas, dependendo da concentração do extrato e das espécies testadas.

Almeida (1993) avaliou, em laboratório, os efeitos alelopáticos de três concentrações de extratos aquosos obtidos de três espécies de *Bracharia* (*B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu) sobre as leguminosas forrageiras *Centrosema pubescens*, *Calopogonium mucunoides*, *Macrotyloma axillare* cv. Guatá e *Stylosanthes guianensis*. As espécies de braquiárias apresentaram potencial alelopático que variou de acordo com as espécies de leguminosas estudadas. Os extratos aquosos das braquiárias diminuíram a germinação das sementes das leguminosas, exceto as do macrotiloma. A porcentagem de sementes mortas de estilosantes superou a de centrosema, que foi maior que as de calopogônio e de guatá irrigadas com os extratos aquosos. Não houve diferença na porcentagem de sementes duras entre as leguminosas irrigadas com água. Quando o substrato foi umedecido com os extratos das braquiárias, aumentou a porcentagem de sementes duras de calopogônio (Tabela 6).

Tabela 6 - Porcentagem de germinação e produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e dos nódulos das leguminosas cultivadas em casa-de-vegetação, com e sem aplicação de extratos de braquiárias, aos 70 dias de crescimento vegetativo.

Leguminosas	Extrato	Germinação	Matéria Seca (mg/vaso)		
		(%)	Parte aérea	Raízes	Nódulos
Centrosema	Sem	86,67A	3370,38A	871,43A	182,68A
	Com	79,72b	2967,12a	735,86a	146,86a
Calopogônio	Sem	88,33A	2541,75A	615,55AB	121,83A
	Com	80,55b	2773,33a	692,23a	147,80a
Guatá	Sem	88,33A	2585,23A	463,58B	141,08A
	Com	92,77a	2095,42b	376,72b	106,71b
Estilosantes	Sem	86,67A	891,38B	425,35B	13,20B
	Com	80,00b	80,67c	397,55b	16,29c

Médias seguidas por letras iguais (maiúsculas – sem extrato e minúsculas – com extrato) na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,01$).

Fonte: Almeida (1993)

Carvalho (1993) estudou os efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na germinação, na emergência e no crescimento de plantas de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e *S. guianensis* cv. Bandeirante, cultivados em dois Latossolos vermelho-amarelo em Viçosa-MG. Em um desses solos, o braquiarião estava sendo cultivado solteiro por mais de oito anos e no outro havia uma vegetação nativa da região. O solo cultivado anteriormente com *B. brizantha* cv. Marandu propiciou efeitos benéficos na velocidade de emergência das plântulas de *S. guianensis* cv. Mineirão (Ta-

bela 7), na porcentagem de emergência e na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes dos *S. guianensis*, quando comparado ao solo sem cultivo anterior (Tabela 8).

Tabela 7 - Número médio de dias para a emergência de plântulas de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e *S. guianensis* cv. Bandeirante cultivadas em solos onde ocorreu ou não o cultivo anterior de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Tipo de Solo	<i>Stylosanthes guianensis</i>	
	cv. Mineirão	cv. Bandeirante
	Dias	
Com cultivo	4,6Bb	6,42Aa
Sem cultivo	5,36Ba	6,26Aa

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste de F.

Fonte: Carvalho (1993)

Abbadó (1995) avaliou os possíveis efeitos alelopáticos dos extratos das leguminosas *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus* cv. Rongai e *Mucuna aterrimum* sobre a germinação e o crescimento das plantas de *Brachiaria decumbens*. Em laboratório, observou que a *C. juncea* e o *L. purpureus* prejudicaram a germinação, o comprimento da radícula e a produção de matéria seca da braquiária. Entretanto, em casa-de-vegetação houve efeito alelopático dos extratos das leguminosas apenas na germinação e no desenvolvimento radicular.

Tabela 8 - Porcentagem de emergência (%) e produção de matéria seca (g/vaso) da parte aérea e de raízes das plântulas de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e *S. guianensis* cv. Bandeirante cultivadas em solos onde ocorreu ou não o cultivo anterior de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Variáveis	Stylosanthes guianensis	
	cv. Mineirão	cv. Bandeirante
Emergência	81,83a	66,00b
Parte aérea	3,82a	2,03b
Raízes	0,81a	0,62a
	Tipo de Solo	
	Sem cultivo	Com cultivo
Emergência	77,50a	70,33b
Parte aérea	3,16a	2,69b
Raízes	1,03a	0,40a

Médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem estatisticamente ($P > 0,05$) pelo teste de F.

Fonte: Adaptado de Carvalho (1993)

Souza Filho et al. (1996) também concluíram que a velocidade de germinação foi o melhor indicador para os efeitos dos extratos aquosos de assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), invasora de pastagens, em três espécies de *Brachiaria* (*B. humidicola*, *B. decumbens* e *B. brizantha* cv. Marandu). As duas últimas braquiárias foram as mais afetadas.

Gorla & Perez (1997) analisaram o efeito de cinco concentrações de extratos aquosos das espécies arbóreas e arbustivas *Miconia albicans*, *Lantana camara*, *Leucaena leucocephala* e *Drimys winteri* em sementes de to-

mate e de pepino, que são usadas como plantas-teste em trabalhos de alelopatia. Concluíram que ocorreu uma toxicidade diferencial das substâncias alelopáticas entre as espécies, dependendo da concentração, da espécie e da variável analisada. Verificaram, ainda, que a velocidade de germinação das sementes de pepino foi retardada na presença de extratos aquosos das folhas de *L. camara* e os de *M. albicans* não interferiram. Os extratos de *D. winteri* anteciparam a germinação das sementes de pepino, nas concentrações de 25, 50 e 75%, assim como os de *L. leucocephala*. A velocidade de germinação das sementes de tomate decresceu com o aumento da concentração de todos os extratos.

Almeida et al. (1997) observaram que em casa-de-vegetação a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes de centrosema, macrotiloma e estilosantes foi reduzida, quando irrigadas com os extratos aquosos de *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu e que as espécies de braquiárias estudadas apresentaram elevado potencial alelopático, variando de acordo com a espécie de leguminosa estudada.

O potencial alelopático de *Brachiaria decumbens* e de *B. brizantha* sobre a germinação e o vigor de sementes de guandu (*Cajanus cajan*) foi avaliado por Fagioli et al. (1997). Foram utilizados extratos aquosos das braquiárias, nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% v/v, em laboratório. Constatou-se que os extratos de ambas as braquiárias apresentaram efeito inibi-

tório no comprimento e produções de matéria seca da radícula e da parte aérea.

Estudos realizados por Souza Filho et al. (1997) com o extrato aquoso da parte aérea de leucena (*Leucaena leucocephala*) mostraram que houve inibição da germinação e do comprimento da radícula de desmódio (*Desmodium adscendens*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) e concluíram que esses efeitos provavelmente estariam relacionados com a mimosina. Portanto, há necessidade de investigar as interações planta, solo e cultura, para otimizar o uso dessa leguminosa no agroecossistema.

Barcik (1999) avaliou os efeitos autotóxicos da alfafa (*Medicago sativa* cv. Crioula) em solos de diferentes texturas, com extratos aquosos nas concentrações de 5, 10 e 15 g/100 ml e resíduos com 0,6 g/100 g de plantas da mesma espécie. Em laboratório, constatou-se que o número de sementes germinadas foi afetado pelos extratos de maneira progressiva. Já em casa-de-vegetação, esses efeitos alelopáticos não ocorreram.

Os possíveis efeitos alelopáticos dos extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum* (Mombaça, Aruana e Tanzânia - 1) sobre três leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas (*Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* e *Sesbania sesban*) em três concentrações (0, 10 e 20%), visando a uma possível consorciação dessas forrageiras, foram estudados por Almeida (1999). Esse autor constatou que a sesbania mostrou-se mais

tolerante aos extratos aquosos das gramíneas, em baixas concentrações, seguida pelo guandu e pela leucena, que apresentou maior sensibilidade aos aleloquímicos (Tabela 9).

As cultivares de *P. maximum* estudadas apresentaram potencial alelopático, variando de acordo com a espécie de leguminosa. A cv. Mombaça mostrou-se a mais alelopática para as leguminosas avaliadas. Sugere-se que o guandu não seja semeado com a cv. Tanzânia – 1, até que estudos em condições de campo possam confirmar ou não os resultados obtidos no presente trabalho, em laboratório e em casa-de-vegetação (Tabela 10).

Tabela 9 - Índice de velocidade de germinação, porcentagem de germinação e sementes mortas de três espécies de leguminosas forrageiras em laboratório, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*.

Leguminosas	Concentrações		
	Testemunha(0%)	10%	20%
	Índice de velocidade de germinação		
Leucena	19,41Ab	17,79Aba	15,99Bb
Guandu	26,92Aa	19,33Ba	22,24Ba
Sesbania	13,02Ac	10,18Ab	10,15Ac
	Porcentagem de germinação		
Leucena	76,35Ab	71,39Aba	68,47Ba
Guandu	85,02Aa	61,47Cb	69,07Ba
Sesbania	45,50Ac	40,97Ac	41,83Ab
	Porcentagem de sementes mortas (1)		
Leucena	10,07Bab	18,45Ab	21,74Ab
Guandu	8,69Cb	29,30ab	21,70Bb
Sesbania	18,42Ba	28,59Aa	29,53Aa

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P>0,05$).

(1)Dados transformados em arco seno $\sqrt{x+1,0}$

Fonte: Almeida (1999)

Tabela 10 - Densidade e matéria seca de raízes e matéria seca total (parte aérea + raízes) de três espécies de leguminosas forrageiras em casa-de-vegetação, sob efeito de extratos aquosos obtidos de três cultivares de *Panicum maximum*

Leguminosas	Cultivares		
	Mombaça	Aruana	Tanzânia - 1
Densidade de raízes (cm raiz/cm ³ solo)			
Leucena	1,04Ac	1,03Ab	0,92Ab
Guandu	6,43Aa	6,15Aa	6,68Aa
Sesbania	3,80Bb	4,25Ba	6,24Aa
Matéria seca de raízes (g)			
Leucena	0,83Ac	0,93Ac	0,87Ab
Guandu	2,89Aa	3,14Aa	2,90Aa
Sesbania	2,33Bb	2,55Bb	3,08Aa
Matéria seca total (parte aérea+raiz) (g)			
Leucena	3,39Ab	3,81Ab	3,46Ac
Guandu	15,73Aa	16,61Aa	15,41Ab
Sesbania	14,41Ba	16,01Aab	17,85Aa

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P>0,05).

Fontes: Almeida, 1999.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conhecimentos dos efeitos da alelopatia e suas interações inter e intra-específicas de plantas e microorganismos são de suma importância no contexto de qualquer ecossistema. Tais informações possibilitam ao pesquisador identificar possíveis causas do insucesso no estabelecimento e persistência das pastagens, principalmente as consorciadas, propiciando a adoção de práticas de manejo que auxiliem na seleção de espécies promissoras, de forma a evitar prejuízos que possam ocorrer decorrentes desses efeitos.

Outro fator a se considerar é o uso da alelopatia no controle de plantas invasoras em áreas de cultivo, minimizando a utilização de herbicidas, conseqüentemente, reduzindo os custos da exploração, além de evitar riscos de contaminação.

Logo, quanto mais estudos forem conduzidos no intuito de elucidar os efeitos alelopáticos e suas interações, mais próximo se estará da obtenção de pastagens puras ou consorciadas equilibradas, produtivas e auto-sustentáveis.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBADO, M. R. **Estabelecimento de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em áreas de *Brachiaria decumbens* Stapf. explorando o potencial alelopático de leguminosas tropicais.** 1995. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba.

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta na biologia do solo. **A Granja**, São Paulo, v. 4, n. 451, p. 52-67, 1985.

ALMEIDA, F. S. **Alelopatia e as plantas.** Londrina: IAPAR, 1988. 68 p. (Circular , 53).

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

ALMEIDA, A. R. P. **Efeito alelopático de espécies de *Brachiaria* Griseb. sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais.** 1993. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba.

ALMEIDA, A. R. P.; LUCCHESI, A. A.; ABBADO, M. R. Efeito alelopático de espécies de *Brachiaria* Griseb. sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais. II. Avaliações em casa de vegetação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 54, n. 2, p. 55-64, 1997.

ALMEIDA, A. R. P. **Alelopátia de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sobre leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas**. 1999. 123 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

BANSAL, G. L.; BHAN, V. M. Status of research on allelopathy and future scope of work in Indian. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 63, n. 12, p. 769-776, 1993.

BARCIK, C. **Processos autoalelopáticos na cultura de alfafa (*Medicago sativa* L.) variedade crioula em solos de diferentes texturas**. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Curitiba.

CALEGARI, A.; MONDARD, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. I.

C. **Adubação 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 *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COELHO, R. W. Substâncias fitotóxicas presentes no capim-annoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 255-263. 1986.

CHUNG, III-M.; MILLER, D. A. Difference in autotoxicity among seven alfalfa cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 3, p. 596-600, 1995a.

CHUNG, III-M.; MILLER, D. A. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 4, p. 767-772, 1995b.

DALL'AGNOL, M.; BASSO, S. M. S. Produção e utilização de alfafa. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 265-295.

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

EINHELLIG, F. A. Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. p. 59-74.

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

FAGIOLI, M.; RODRIGUES, T. J. D.; ALMEIDA, A. R. P.; ALVES, P. L. C. A. Potencial alelopático da *Brachiaria decumbens* Stapf e *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf na germinação e no vigor de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 243, 1997.

GORLA, C. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 261-266, 1997.

HALL, M. H.; HENDERLONG, P. R. Alfalfa autotoxic fraction characterization and initial separation. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 425-428, 1989.

HEGDE, R. S.; MILLER, D. A. Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 6, p. 1255-1259, 1990.

HOFFMAN, M. L.; WESTON, L. A.; SNYDER, J. C.; REGNIER, E. E. Allelopathic influence of germinating seeds and seedlings of cover crops on weed species. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 3, p. 579-584, 1996.

LEIGH, J. H.; HALSALL, D. M.; HOLGATE, M. D. The role of allelopathy in legume decline in pasture. I. Effects of pasture and crop residue on germination and survival of subterranean clover in the field and nursery. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 46, n. 1, p. 179-188, 1995.

MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. 1989. 92 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba.

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., p.1-10, 1990.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859, 1996.

PAULINO, V. T.; SANCHEZ, M. J. F.; WERNER, J. C.; GONÇALVES, M. A. Z. Efeito alelopático do *Eucalyptus* no desenvolvimento de forrageiras. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 62, p. 17-35, 1987.

RICE, E. L. Allelopathy: an update. **The Botanical Review**, Bronx, v. 45, p.15-109, 1979.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic, 1984. 422 p.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1992. 18 p. Boletim.

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. p. 100-129.

SILVA, Z. L. Alelopatia e defesa em plantas. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259, p. 90-96, 1978.

SMITH, A. E. The potential allelopathic characteristics of bitter sneezeweed (*Helenium amarum*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 5, p. 665-669, 1989.

SMITH, A. F.; MARTIN, L. D. Allelopathic characteristics of three cool-season grass species in the forage ecosystem. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 2, p. 243-246, 1994.

SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, p. 75-78, 1988.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMI-RODELLA, R. C. S. Avaliação do efeito alelopático de 18 espécies de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: [s.n], 1993. p. 25.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Efeitos de extratos aquosos de assa-peixe sobre a germinação de três espécies de braquiária. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 93-101, 1996.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. 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, 1997.

STANIZIO, R. M.; LEITE, G. G.; VILELA, L. Efeito alelopático de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o crescimento de plantas de quatro

leguminosas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 95.

TESAR, M. B. Delayed seeding of alfalfa avoids autotoxicity after plowing or glyphosate treatment of established stands. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 2, p. 256-263, 1993.

TUKEY JÚNIOR, H. B. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **Botanical Review**, Bronx, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1969.

VELINI, E. D. Comportamento de herbicidas no solo. In: CONGRESSO DE PLANTAS DANINHAS EM OLERÍCOLAS, 1991, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBPD, 1991. p.105-128.

VELU, G.; ALI, A. M. Allelopathic impact of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) on soybean (*Glycine max*). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ALLELOPATHY IN SUSTAINABLE AGRICULTURE, FORESTRY AND ENVIRONMENT, 1994, Hisar. **Abstracts...** Hisar: [s.n.], 1994. p. 27.

WARDLE, D. A.; AHMED, M.; NICHOLSON, K. S. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and radicle growth of pasture plants. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 34, n. 2, p. 185-191, 1991.

WARDLE, D. A.; NICHOLSON, K. S.; AHMED, M. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed germination and radicle elongation. **Plant and Soil**, The Hague, v. 140, p. 315-319, 1992.

WEIDENHAMER, J. D. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 866-875, 1996.

WESTON, L. A. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 860-866, 1996.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemics: chemical interaction between species. **Science**, [S.l.], v. 171, n. 3973, p. 757-770, 1971.

WUTKE, E. B. **Adubação verde**: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1993. 37 p. (IAC. Documentos, 35).

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. ALELOPATIA E SEUS EFEITOS.....	7
3. COMPOSTOS QUÍMICOS COM EFEITOS ALELOPÁTICOS ..	10
4. VIAS DE LIBERAÇÃO E FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE ALELOQUÍMICOS	15
5. MECANISMOS DE AÇÃO E FUNÇÕES DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS	19
6. ADUBAÇÃO VERDE E ALELOPATIA.....	20
7. ALELOPATIA EM PLANTAS FORRAGEIRAS.....	23
8. EFEITOS ALELOPÁTICOS DE LEGUMINOSAS	25
9. RECENTES ESTUDOS DE ALELOPATIA EM PLANTAS FORRAGEIRAS NO BRASIL	28
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

**BOLETIM AGROPECUÁRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

**ALELOPATIA E SUAS INTERAÇÕES NA FORMAÇÃO E
MANEJO DE PASTAGENS**

GOVERNO DO BRASIL

Boletim Agropecuário	Lavras/MG	Nº 54	p.1-55	maio/20032
----------------------	-----------	-------	--------	------------

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS – UFLA**

Ministro: Cristóvam Buarque

Reitor: Fabiano Ribeiro do Vale

Vice-Reitor: Antônio Nazareno G. Mendes

EDITORA UFLA

DIRETORIA EXECUTIVA

Marco Antônio Rezende Alvarenga (Diretor)

Antônio Soares Teixeira

Nilton Nagib Jorge Chalfun

CONSELHO EDITORIAL

Marco Antônio R. Alvarenga (Presidente)

Antônio Soares Teixeira

Heloísa Rosa Carvalho Takaki

José Donizeti Alves

Maria Laene Moreira de Carvalho

Cláudia Maria Ribeiro Andrade

Nilton Nagib Jorge Chalfun

REVISÃO

PORTUGUÊS

Paulo Roberto Ribeiro

BIBLIOGRÁFICA

Maira Nani França Goulart

NOMENCLATURA CIENTÍFICA

Douglas Antônio de Carvalho

SECRETARIA

Celeste Aída Maciel

Cláudia Alves Pereira

EDITORACÃO

Celeida Mara Tubertini Maciel

MARKETING E COMERCIALIZAÇÃO

Maria Aparecida Torres Florentino

O “Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras” tem o propósito de publicar informes técnicos de interesse agropecuário.

ENDEREÇO

Editora UFLA - Caixa Postal 37

37.200-000 - Lavras - MG

E-mail: editora@ufla.br

Home Page: www.editora@ufla.br

