

48693
MFN33836

MÁRCIO FERNANDES PEIXOTO

**RESÍDUOS DE SORGO E DOSES DE IMAZAMOX NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA SOJA SOB PLANTIO
DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Itamar Ferreira de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



48693

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA
N.º CLAS. T632.954

PEI

N.º REGISTRO 48693
DATA 12/05/00

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Peixoto, Márcio Fernandes

Resíduos de sorgo e doses de imazamox no controle de plantas daninhas na soja sob plantio direto / Márcio Fernandes Peixoto. -- Lavras : UFLA, 1999.
67 p. : il.

Orientador: Itamar Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Imazamox. 3. Alelopatia – Sorgo. 4. Plantio direto. 5. Herbicida.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-632.954

-633.3498

-633.34954

MÁRCIO FERNANDES PEIXOTO

**RESÍDUOS DE SORGO E DOSES DE IMAZAMOX NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA SOJA SOB PLANTIO
DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

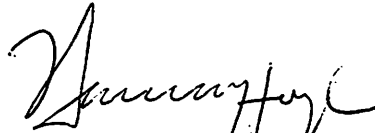
APROVADA em 21 de Dezembro de 1999.

Eng. Agr^o Dr. Elifas Nunes de Acântara

EPAMIG

Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso

ESUCARV



Prof. PhD Itamar Ferreira de Souza
Universidade Federal de Lavras
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

AGRADECIMENTOS

Expresso meus agradecimentos à criação pela vida a mim concedida.

Agradeço, esplendorosamente e com muito orgulho, ao povo brasileiro, pela conquista da democracia, que nos permite escolher nosso rumo e bradar nosso pensamento.

Um especial agradecimento à minha família, minha esposa Silvane de Souza Peixoto, meus filhos, Marlla Lamis Peixoto e Thiago Peixoto, e ainda às colegas Ivani de Oliveira Negão e Andrea da Cruz Leonel, pelo apoio nas análises estatísticas do trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Plantio Direto.....	4
2.2 Alelopatia.....	6
2.3 Herbicidas na cultura da soja.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Solos, adubação e clima.....	25
3.2 Cultivares e semeadura.....	26
3.3 Delineamento experimental.....	26
3.4 Principais características do imazamox.....	27
3.5 Manejo das plantas daninhas.....	27
3.6 Avaliações.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Fitotoxicidade sobre a soja.....	30
4.2 Altura das plantas de soja.....	37
4.3 Rendimento de grãos.....	41
4.4 Controle de plantas daninhas.....	44
5 CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	62

RESUMO

PEIXOTO, Márcio Fernandes. **Resíduos de sorgo e doses de imazamox no controle de plantas daninhas na soja sob plantio direto**. Lavras, UFLA, 1999. 67p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia)*

O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de se avaliar o comportamento da soja sob plantio direto e das plantas daninhas *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora*, à ação de resíduos de sorgo granífero em interação com doses de imazamox aplicadas em pós-emergência. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras-MG, Brasil, durante o ano agrícola 1998/99. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 (doses de imazamox e densidade de plantio de sorgo), com três repetições, mais dois tratamentos adicionais (capinada e resíduos de *Brachiaria plantaginea*). O sorgo foi plantado convencionalmente em duas épocas no início do período chuvoso (Agosto e Setembro), nas densidades de plantio de 0, 100, 200 e 300 mil plantas por hectare e dessecado aos 60 dias após a emergência, para formação da cobertura morta. O imazamox foi aplicado a 0, 10, 20 e 30 g.ha⁻¹. Os resíduos de sorgo em cobertura morta apresentaram efeitos negativos sobre a altura de planta e o rendimento de grãos da soja, sendo estes efeitos crescentes com o aumento da densidade de plantio. Resultados distintos foram obtidos com relação aos resíduos de *Brachiaria plantaginea*, os quais não afetaram a cultura da soja em comparação à testemunha capinada. O imazamox apresentou seletividade à soja, não afetando o rendimento de grãos da soja, embora a planta tenha apresentado sintomas iniciais de fitotoxicidade. O herbicida apresentou eficácia no controle de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflor*, a partir das doses de 20 g.ha⁻¹.

Comitê orientador: Itamar Ferreira de Souza (Orientador) (DAG-UFLA) e Gabriel José de Carvalho (DAG-UFLA).

ABSTRACT

PEIXOTO, Marcio Fernandes. **Sorghum residues and doses of imazomox in weed control in soybean under direct planting.** Lavras, UFLA, 1999. 67 p. (Dissertation – Master in crop science)

The present work was developed with the objective of evaluating the behavior of soybean under direct planting and of the weeds *Richardia brasiliensis* and *Galinsoga parviflora* to the action of grain sorghum residues in interaction with doses of imazamox applied at post-emergence. The experiment was conducted at the Universidade Federal de Lavras, town of Lavras – MG, Brazil over the agricultural year 1998/1999. The experimental randomized block design in 4 x 4 factorial scheme (doses of imazomax and sorghum planting density), with three replications, more two additional treatments (hoeing and residues of *Brachiaria plantaginea*) was adopted. Sorghum was conventionally planted in two times at the beginning of the rainy period (August and September) at the planting densities of 0, 100,200 and 300 thousand plants per hectare and dissected at 60 days after emergence for the building up of mulch. Imazamox was applied at 0, 10, 20 and 30 g.ha⁻¹. The sorghum residues in mulch presented negative effects upon the development of the plant and grain yield of soybean, these effects being growing with the increase of planting density. Distinct results were obtained relative to the residues of *Brachiaria plantaginea*, which did not affect soybean crop as compared with the hoed check. Imazamox presented selectivity as regards soybean, not affecting yield although the plant has presented initial symptoms of phytotoxicity. The herbicide presented efficacy in the control of *Richardia brasiliensis* and *Galinsoga parviflora* from the doses of 20 kg.ha⁻¹.

Guidance committee: Itamar Ferreira de Souza (Adviser) (DAG- UFLA) and Gabriel Jose de Carvalho (DAG –UFLA)

1 INTRODUÇÃO

Vários sistemas de manejo de solo têm sido utilizados visando a manutenção da fertilidade. A adição de matéria orgânica é fundamental num sistema agrícola sustentável e viável que possibilite a diversificação da flora e da fauna.

Os sistemas de plantio em que ocorre uma redução de preparo de solo, desde a década de 70 introduzidos no Brasil, têm sido utilizados com sucesso pelos agricultores, notoriamente nas sucessões dos binômios, soja-sorgo, soja-milho e soja-trigo. Tais práticas permitem o acúmulo de resíduos de culturas na superfície do solo, influenciando de maneira positiva nas propriedades do solo.

O sucesso do sistema de plantio direto é geralmente bastante dependente da qualidade e da quantidade de restos culturais. Estes restos formarão a cobertura morta, e a utilização de uma cultura adequada para a formação desta cobertura influencia na dinâmica de infestação das plantas daninhas na cultura subsequente, bem como na própria cultura. Isto devido ao efeito físico sobre as sementes e plântulas e também devido à exsudação de inúmeros compostos alelopáticos, geralmente em pequenas quantidades, afetando a germinação e o desenvolvimento de algumas espécies, permitindo por vezes a redução do uso de herbicidas.

A planta de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), bastante utilizada como cultura de cobertura em sistemas de sucessões, apresenta características alelopáticas verificadas principalmente pela exsudação de compostos químicos

dos pêlos radiculares, compostos estes que se encontram presentes nas sementes, raízes, caules e folhas em quantidades variáveis.

Nas sucessões de culturas, não só a combinação destas, como também o manejo de seus resíduos culturais, são importantes. A permanência destes resíduos vegetais na superfície do solo, além de outros benefícios, podem proporcionar uma redução na infestação de plantas daninhas, proporcionando redução nos custos de seu controle, contribuindo para um manejo integrado mais eficiente.

Os resíduos de sorgo, além dos efeitos alelopáticos sobre as invasoras, também interferem no crescimento radicular e no desenvolvimento inicial de culturas, entre elas a soja (*Glicine max* (L.) Merrill). A época em que a cultura produtora de palha é plantada é um fator importante na quantidade de aleloquímicos produzidos, o que poderá interferir em maior ou menor intensidade nas plantas daninhas ou na própria cultura subsequente, principalmente em condições tropicais, em que a velocidade de decomposição de materiais orgânicos é mais rápida.

Com os benefícios da alelopatia do sorgo sobre algumas plantas daninhas, pode-se utilizar doses menores de herbicidas para o seu controle, tanto no próprio sorgo como na cultura subsequente. O plantio direto por si só exerce controle de espécies de plantas daninhas, diminuindo sua infestação, o que pode permitir também uma redução nas doses de herbicidas.

O controle de plantas daninhas com aplicações de herbicidas em pós-emergência vem se destacando pela flexibilidade de uso, nos estádios iniciais das culturas e eficácia. Esse aspecto ganha mais evidência em plantio direto, em que os herbicidas de solo não são recomendáveis.

O herbicida imazamox, recomendado em pós-emergência para a cultura da soja, por ser relativamente novo no mercado, requer o estudo de seu

comportamento e sua potencialidade no manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema de plantio direto.

O presente trabalho teve por objetivos principais avaliar os efeitos dos resíduos da cultura do sorgo sobre a planta de soja, cultivar Garimpo, e a infestação de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflor*; avaliar a seletividade e eficácia de doses de imazamox, aplicadas em pós-emergência, para o controle destas espécies na cultura da soja; e verificar a interação entre imazamox e resíduos de sorgo no controle das referidas plantas daninhas e na cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantio direto

O preparo intensivo do solo atua desagregando as partículas da camada superficial do solo (Kluthcouski, 1998) e acelera a oxidação da matéria orgânica, aumentando a possibilidade de translocação de argila no perfil, e por conseguinte a compactação, que leva à diminuição de infiltração de água e aumento nas perdas por erosão. Esta prática agrícola de modo geral, tem sido uma atividade predatória, em que os recursos naturais básicos, água e solo, não têm recebido o respeito e o cuidado necessários por parte do homem.

Na tentativa de se minimizar os problemas decorrentes do plantio convencional, a partir da década de 90 intensificou-se o interesse pelo sistema de plantio direto (Kluthcouski, 1998). Esta técnica, visualizada como técnica conservacionista, proporciona a melhoria das propriedades químico-físicas do solo e a conservação por períodos mais prolongados da água e da matéria orgânica, proporcionando condições para o aumento da capacidade produtiva do solo (Alves, 1992)

O plantio direto se caracteriza principalmente pelo não revolvimento do solo. Em decorrência disso ocorre a permanência, por períodos variáveis, dos resíduos das culturas anteriores e das plantas daninhas na superfície, formando a cobertura morta, aumentando a concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas camadas mais superficiais. A presença dessa cobertura morta

altera as características físicas, químicas e biológicas, modificando a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico que se desenvolve no terreno, conseqüência, em parte, da ação alelopática dos resíduos sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas (Almeida, 1991).

Entre as plantas de uma comunidade florística desenvolvem-se interferências, entre as quais a mais conhecida é a competição, entretanto, além dessa interferência, verifica-se uma outra, chamada alelopatia (Almeida, 1991). Almeida e Rodrigues (1985) propõem a adição de rotação, adubação verde e controle químico de plantas daninhas dentro do sistema de plantio direto.

No plantio direto, o efeito da cobertura morta, geralmente suficiente para plena cobertura do solo, reduz as chances de sobrevivência das plântulas de espécies daninhas com pequena quantidade de reserva, e essa cobertura cria ainda uma diversificada microbiocenose na camada superficial, que exercerá importantes funções na deterioração e perda da viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo (Pitelli, 1995).

Interesse crescente tem sido dispensado no estudo da utilização de plantas adequadas para formação de cobertura morta em sistemas de rotação e sucessão de culturas em plantio direto. A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente do material depositado, da população microbiana, das condições climáticas e da decomposição específica da comunidade de plantas daninhas (Pitelli, 1995).

Destacam-se os principais objetivos da rotação de culturas, como melhor distribuição da cultura na propriedade, economia no controle de plantas daninhas, pragas e doenças, redução de perdas por erosão, incorporação e ciclagem de nitrogênio e aumento na produção.

Sob o sistema de plantio direto, a velocidade de decomposição dos restos culturais não incorporados é menor do que no sistema convencional, ocorrendo esta degradação essencialmente na zona de contato da palha com a superfície do

solo. Nesta interface há maior umidade que na camada superior da palha e a atividade microbiana é também mais intensa, porém não tanto quanto no interior do solo. No Brasil, a taxa desta decomposição é alta se comparada à de climas temperados (Almeida, 1988).

Na escolha da seqüência de culturas nas rotações deve ser levada em consideração, além dos efeitos que a introdução de aleloquímicos no terreno possa ter sobre a cultura seguinte, a rentabilidade que o sistema de sucessão entre as culturas vai proporcionar, principalmente no sistema de plantio direto, em que a alelopatia se expressa com maior evidência (Almeida, 1988).

2.2 Alelopatia

Entre os indivíduos das comunidades desencadeiam-se várias interações, definidas por Muller (1966) como "interferências". Entretanto, este termo é muito amplo, englobando uma série de mecanismos caracterizados e discriminados por Szczepansk (1977), citados por Almeida (1988), em alelospolia, alelopatia e alelomediação. Alelospolia ou competição é definida como a interferência causada por organismos ao retirarem do ambiente elementos, como água e nutrientes, reduzindo seu teor a níveis prejudiciais ao desenvolvimento normal de outros. Alelopatia é definida como a introdução de alguma substância química, pelos organismos, que afetam os elementos da comunidade. Alelomediação ou interferência indireta é definida como aquelas interferências que alteram o ambiente físico ou biológico, com reflexos nos seres vizinhos.

A expressão alelopatia, primeiramente utilizada por Molish, reúne quaisquer relações entre as plantas, incluindo microorganismos, provocadas pela produção e liberação de substâncias químicas no meio ambiente, abrangendo, assim, efeitos benéficos ou prejudiciais (Almeida, 1988).

Refletindo um conceito semelhante, porém mais explícito, Rice (1984) se refere à alelopatia como a liberação de substâncias químicas no ambiente por organismo, as quais irão inibir ou estimular o crescimento e/ou o desenvolvimento de outro, seja microorganismo, planta cultivada ou planta daninha.

Os efeitos alelopáticos nas plantas cultivadas são de conhecimento dos agricultores há muito tempo, interpretados como “cansaço das terras”, e seriam contornados deixando as áreas degradadas em descanso para que se restaurasse o equilíbrio químico e biológico do solo (Almeida, 1988).

Por vezes, a expressão do aleloquímico num organismo pode ser confundida com os efeitos da competição, e a toxicidade diferencial das substâncias alelopáticas e também a sensibilidade entre as plantas envolvidas devem ser determinadas a fim de possibilitar a diferenciação destes efeitos.

Segundo Medeiros (1989), muitos produtos secundários do metabolismo das plantas, os quais possuem ação fitotóxica, têm sido isolados e identificados, possibilitando uma diversificação maior num sistema de rotação/sucessão como parte do manejo integrado no controle de plantas daninhas.

A liberação desses compostos alelopáticos no ambiente pode ocorrer por: volatilização de substâncias provenientes de plantas em estado vegetativo (as mais comuns são provenientes das folhas através de tricomas), processo que se acentua em condições de alta temperatura (Almeida, 1988); lixiviação por ação da chuva, do orvalho e da neblina, na parte aérea ou em tecidos subterrâneos em decomposição, no caso das toxinas solúveis em água; exsudação, em pequenas quantidades (Hallak, 1995), de substâncias alelopáticas provenientes das raízes ou de microorganismos a elas associadas (Almeida, 1988) e através de degradações químicas (abióticos) e microbianas de restos culturais depositados no solo.

Em plantas, a quantidade produzida de aleloquímicos depende do ambiente no qual elas crescem, sendo que as condições de estresse geralmente favorecem esse processo.

Duke (1985), citado por Barbosa (1996), demonstrou que a menor produção de aleloquímicos em casa de vegetação foi devida à ausência de luz ultravioleta, em que plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) que receberam luz ultravioleta suplementar produziram mais escopolina e ácido clorogênico.

Rice (1984) verificou que a deficiência de boro, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre aumentou as concentrações de ácido clorogênico e escopolina em girassol e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

A temperatura alta (32°C) ou baixa (8°C) influenciaram a síntese e liberação de aleloquímicos (Rice, 1984), sendo que temperaturas mais elevadas tendem a aumentar o efeito inibitório de aleloquímicos e acentuam a volatilização (Bhowmik e Doll, 1984).

Hess, Ejeta e Butler (1992) verificaram que a produção de SGL foi extremamente sensível às condições ambientais. A umidade excessiva inibiu fortemente a produção de SGL pelas raízes de plântulas de sorgo, em substrato de filtro de papel.

O conhecimento sobre os fatores que influenciam a produção de aleloquímicos permite selecionar uma espécie de planta mais alelopática, bem como aumentar a produção do inibidor por imposição de estresse à planta (Rice, 1984).

2.2.1 Efeitos alelopáticos

As plantas sintetizam e eliminam várias substâncias com a finalidade de preservar o seu espaço vital, impedindo o desenvolvimento de outras espécies, tanto vegetais como animais. A capacidade das plantas produzirem substâncias

alelopáticas químicas difere entre as espécies, como consequência desta variabilidade. Algumas espécies são favorecidas e outras são prejudicadas (Almeida, 1988).

Os aleloquímicos nas plantas possuem diferentes mecanismos de ação, podendo causar impactos na nutrição, no balanço hídrico, na fotossíntese, na respiração e na síntese de hormônios indutores do crescimento. Podem, ainda, alterar a permeabilidade da membrana e, conseqüentemente, o transporte através dela (Einhellig, 1986). O mecanismo de ação dos aleloquímicos, similar ao dos herbicidas, na maioria dos casos afeta mais de uma função nas plantas e provoca efeitos colaterais difíceis de se distinguirem dos principais (Almeida, 1988).

Efeitos alelopáticos têm sido observados em árvores, arbustos e plantas herbáceas e as substâncias podem ser encontradas em folhas, caules, raízes, rizomas, flores, frutos e sementes, sendo que a folha parece ser a fonte mais consistente de inibidores (Rice, 1984).

Swain (1977) e Almeida (1988 e 1990) mencionam que são conhecidas mais de dez mil substâncias metabólicas secundárias com ação alelopáticas, e que os efeitos alelopáticos raramente são provocados por um único aleloquímico. Os compostos identificados pertencem a diversos grupos químicos; entre os mais importantes encontram-se as cumarinas e as quinonas (Hallak, 1995). Swain (1977) vislumbra a possibilidade de existirem mais de 400.000 compostos secundários, o que torna a alelopatia um dos mais complexos fenômenos da natureza. Cita, ainda, que existem mais de 200 substâncias classificadas como quinonas e mais de 150 como cumarinas.

A possibilidade de se desenvolverem efeitos alelopáticos benéficos, ou prejudiciais, entre culturas, tem real interesse agrônômico especialmente no que diz respeito às técnicas de rotação, sucessão e consorciação para o manejo das plantas daninhas, principalmente em sistema de plantio direto.

Dentre as culturas que possuem maior intensidade de inibição de plantas daninhas, pode-se citar, como exemplos, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), trigo (*Triticum aestivum* L.), arroz (*Oriza sativa*), aveia (*Avena sativa* L.), cevada (*Hodeum vulgare* L.), (Putnam e DeFrank, 1983; Christen e Lovett, 1993) e centeio (*Secale cereale* L.) (Putnam, Nair e Barnes, 1990)

Brotos da parte aérea de centeio, utilizados por Barnes e Putnan (1986), foram mais fitotóxicos que os tecidos radiculares sobre a alface, em condições de laboratório e em casa de vegetação, utilizando os resíduos na proporção entre 0 e 2,0 g.150g⁻¹ de solo. Os autores verificaram que o comprimento radicular de plantas de alface foi reduzido em 90% para as maiores doses. Barnes et al. (1986) isolaram, caracterizaram e verificaram a atividade dos compostos produzidos pelo centeio, identificando-os como DIBOA (2,4 dihydroxi-1,4(2H)-benzoxazin-3-one) e BOA (2(3H)-benzoxazolinona). DIBOA, em bioensaio, reduziu o comprimento da parte aérea (brotos) de mastruço (*Lepidium sativum* L.), mas não se mostrou efetivo sobre a germinação na concentração de 0,37 mM. Sugerem também que é possível que benzoxazolinonas, como um grupo, poderiam ser importantes aleloquímicos em condições de plantio direto.

Resíduos de centeio mantidos na superfície do solo liberaram DIBOA e BOA, ambos potentes inibidores de germinação e crescimento de plantas daninhas dicotiledôneas anuais (Putnam, Nair e Barnes, 1990).

Mwaja, Masiunas e Weston (1995), também trabalhando com brotos de centeio sob três níveis de fertilidade de solo, em casa de vegetação, identificaram DIBOA e BOA. Os brotos da parte aérea apresentaram os mais baixos níveis de aleloquímicos quando cultivados sob regime de alta fertilidade. Nos extratos de centeio, colhido aos 75 dias, quando a planta estava com cerca de 50 cm de altura, a concentração variou de 138 a 532 µg.g⁻¹ de DIBOA e 2,5 a 31,3 µg.g⁻¹ de BOA. A quantificação convertida para hectare foi de 2,28 a 18,94 Kg de DIBOA e de 0,001 a 1,9 Kg de BOA. Mencionaram, ainda, que a DIBOA

é mais ativa sobre as monocotiledôneas e a BOA é mais ativa para as dicotiledôneas. Quantidade semelhante foi encontrada por Barnes e Putnam (1987), que citaram que o centeio pode produzir mais de 14 Kg.ha⁻¹ de DIBOA.

Putnam (1988) identificou várias cumarinas, que são lactonas de ácido *o*-hidroxicinâmico; entre elas, as mais comuns são as escopoletina, escopolina e a esculetina, produzidas por diversas leguminosas e cereais, e são potentes inibidores de germinação de sementes. Outros compostos também citados são os ácidos derivados do ácido cinâmico, que são ácidos derivados de aminoácidos aromáticos através da rota do ácido shiquímico, presente em todo o reino vegetal; entre eles, os mais comuns são *p*-cumárico, ferúlico e caféico.

Dentro do grupo das quinonas, entre os mais importantes estão o sorgoleone (SGL), produzido pelo sorgo, e a juglona (5-hidroxi-1,4-naphthoquinona), produzida pela noqueira preta (*Juglans nigra* L.), identificada por Davis, em 1928, de acordo com citação de Putnam (1988).

A juglona inibiu o crescimento de lentilha d'água (*Lemna minor* L.) devido à redução na taxa fotossintética provocada pela redução da clorofila nas concentrações entre 10 e 40 mM (Hejl, Einhellig e Rasmussen, 1993). No mesmo trabalho, os autores citados observaram inibição na evolução do oxigênio em *Pisum sativa* em I₅₀ de 2 mM e concluíram que perturbações nos cloroplastos e nas funções mitocondriais contribuíram para a redução do crescimento.

2.2.2 Capacidade alelopática do sorgo

O sorgo é uma das plantas mais cultivadas no mundo devido à sua tolerância à seca e diversidade de utilização, que vai desde a alimentação humana e animal até a fabricação de álcool (Ferreira, 1998). No Brasil, o sorgo

tem especial importância nas áreas de cerrado, onde faz parte de alguns sistemas de sucessão de culturas, principalmente sob plantio direto em safrinha.

Quando palha de sorgo é incorporada ao solo onde serão plantados outros cereais, um efeito nocivo é quase sempre observado pela inibição do crescimento vegetativo nos primeiros estádios. Este efeito é devido a substâncias alelopáticas exsudadas no solo pelo sorgo ou à extração de algum nutriente essencial ao crescimento do cereal (Souza, 1996).

A natureza alelopática do sorgo tem sido sugerida por vários pesquisadores como uma das mais estudadas devido ao potencial aleloquímico dos exsudatos radiculares (Einhellig e Leather, 1988). Overland (1966), observou que o sorgo estava incluído entre aquelas culturas utilizadas como “smother crops”, ou seja, competitivamente suprimem populações de plantas daninhas.

As plantas de sorgo possuem aleloquímicos, cuja produção é controlada geneticamente, presentes em todas as partes da planta, podendo haver variações entre genótipos de uma mesma espécie (Fay e Duke, 1977; Swain, 1977 e Santos, 1996). Estes aleloquímicos, após a liberação, podem ser alterados no solo por reações químicas, transformações microbiana, complexados por colóides ou por reações fotoquímicas (Tang, 1986), o que altera as quantidades disponíveis destes no ambiente e conseqüentemente seu efeito alelopático.

2.2.3 Sorgoleone (SGL)

A característica alelopática do sorgo granífero como planta doadora de aleloquímicos deve ser considerada como um dos fatores na inibição de plantas daninhas (Einhellig e Rasmussen, 1989), mas o resultado é conseqüência da ação conjunta de diversos compostos (Lehle e Putnam, 1983).

Utilizando a cromatografia de camada delgada (CCD), Netzly e Butler (1986) verificaram que a substância principal do exsudato radicular do sorgo era um composto amarelo. Citaram, ainda, que o composto exibiu uma reversibilidade de cor entre o amarelo e o vermelho-púrpura, dependendo do pH, o que é uma das características das quinonas. Rasmussen et al. (1992) comentam que os exsudatos das raízes contêm vários produtos biológicos hidrofóbicos e hidrofílicos, que apresentam efeitos alelopáticos. Alguns dos exsudatos hidrofóbicos incluem fenóis, proteínas e derivados de 3-deoxantocianidina (Hess, Ejeta e Butler, 1992).

Guenzi e MacCalla (1966), isolaram substâncias de resíduos de sorgo em decomposição e afirmaram que ácido siríngico, *p*-hidroxibenzóico, ferúlico, *p*-cumárico e vanílico podem permanecer por pelo menos 28 semanas no solo. Panasiuk, Bills e Leather (1986), estudando, em laboratório, a influência alelopática do sorgo durante a germinação e o crescimento inicial de plantas daninhas, verificaram que plântulas de sorgo produziram aleloquímicos que influenciam no crescimento e no desenvolvimento das espécies *Setaria viridis*; *Abutilon theophrasti* Medic.; *Amaranthus retroflexus* (L.) e *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. A influência alelopática do sorgo sobre estas plantas daninhas ocorreu desde as fases iniciais até pelo menos 2 meses de crescimento. Verificaram, também, que os resíduos de plantas de sorgo exercem efeitos alelopáticos sobre outras plantas durante todo seu ciclo e, ainda, que a persistência dos aleloquímicos do sorgo ocorreu de um ano para outro.

O componente principal do exsudato hidrofóbico das raízes do sorgo, responsável pela interferência na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas, é um composto identificado como 2-hidroxi-5-metoxi-3-[(8'Z,11'Z)-pentadeca-8',11',14'-trien-1-il]-*p*-hidroquinona, que se oxida rapidamente à forma quinona (Chang et al., 1986; Netzly e Butler, 1986 e Putnam, 1988).

Rasmussen et al. (1992) cita que a forma instável, dihidroquinona, antes de se oxidar, é um potente estimulante da germinação da *Striga asiatica* L.

A quinona oxidada, denominada sorgoleone (SGL)(Chang et al., 1986; Netzly e Butler, 1986; Einhellig e Souza, 1992), estruturalmente semelhante à coenzima Q (Ferreira, 1998), é um potente inibidor do crescimento de algumas espécies de plantas daninhas e causa branqueamento dos tecidos em concentrações menores que 25 μM (Weston e Gonzales, 1994).

As quinonas estão presentes nas plantas, nas quais exercem função na respiração, na fotossíntese e nas toxinas defensivas (Ferreira, 1998). As três quinonas mais encontradas comumente na natureza são: ubiquinona, plastoquinona e menaquinona, todas extremamente hidrofóbicas devido à longa cadeia de carbono, entre 8 e 10 (Rich, 1996). O autor comenta, ainda, que as quinonas são moléculas essenciais no processo de acoplamento energético devido à sua grande mobilidade e à constante de ligação, relativamente fraca, com os vários sítios reativos, Q_A e Q_B , que possibilita a desocupação transitória por uma quinona análoga ou outra molécula, por exemplo herbicidas do tipo diuron e atrazina, às vezes mais estáveis nos sítios.

A toxicidade das quinonas ocorre devido ao seu potencial redox (Thiboldeaux, Lindroth e Tracy, 1994). O mecanismo redox permite que as quinonas façam transferência de elétrons e a translocação de prótons através de proteínas dispostas transmembranas (Rich, 1996). O sorgoleone, uma quinona análoga, pode ocupar transitoriamente os sítios Q, possibilitando a inibição dos sítios reativos (Ferreira, 1998).

A estrutura do sorgoleone, similar à coenzima Q, e a sua lipofilicidade, sugerem que este seria rapidamente dissolvido nas membranas, podendo interferir na respiração mitocondrial (Rasmussen et al., 1992). Os mesmos autores verificaram essa teoria utilizando mitocôndrias isoladas de soja e milho

(*Zea mays* L.). Os resultados indicam que o SGL inibe a transferência de elétrons entre os citocromos b e c₁.

Einhellig et al. (1993) coletaram extratos radiculares de plântulas de sorgo para avaliação dos efeitos sobre a fotossíntese. Utilizando discos foliares de soja, que foram submetidos à concentração de 10 µM de SGL, encontraram a inibição de mais de 50% na evolução do oxigênio, e que a concentração de atrazine necessária para alcançar 50% de inibição da evolução do O₂ de cloroplastos de *Pisum sativum* foi a mesma que a concentração utilizada para o SGL (0.2µM), significando que a redução na taxa de fotossíntese e de respiração devem ser consideradas, em parte, para a explicação na redução de crescimento de plântulas por ação do SGL.

Mais resumidamente, o SGL interfere no complexo processo fotossintético compreendido de um complexo de proteínas e co-fatores, associados aos tilacóides, que executam as etapas iniciais na conversão da energia luminosa e energia química, levando à síntese de ATP, utilizados no processo de fixação do CO₂ (Souza, 1999).

Weston, Nimbale e Czarnota (1997), trabalhando com um grupo de germoplasma de sorgo, verificaram que a produção de SGL foi variável, de forma que alguns genótipos produziram mais de 15 mg de SGL.g⁻¹ de peso fresco de raiz. Ainda, o SGL foi o principal constituinte do exsudato, variando de 76 a 99%. Os mesmos pesquisadores, avaliando o potencial de ligação do SGL à proteína D₁ do complexo PSII nos tilacóides de cloroplastos de caruru resistente e não resistente à atrazine, observaram que o SGL, o metribuzim e o diuron exibiram competitividade com atrazine nos tilacóides. Observaram que SGL exibiu competitividade intermediária entre o diuron e o metribuzim. Em concentrações acima de 40 ppm, verificaram que o SGL reduziu o peso fresco da parte aérea de diversas invasoras de folhas largas (*Portulaca oleracea* L.,

Cassia obtusifolia L., *Amaranthus retroflexus* L., e *Digitaria sanguinalis* L.), quando incorporado ao solo.

Resultados semelhantes foram encontrados Nimbal et al. (1996), que utilizando membranas de tilacóides de espinafre (*Spinacea oleracea* L.), caruru (*Amaranthus retroflexus* L.), e de batata (*Solanum tuberosum* L.), observaram rápida inibição da evolução do oxigênio utilizando o SGL e o diuron, ambos na concentração de 0,2 μ M. Quando aumentaram a concentração de ambos para 0,3 μ M, ocorreu aumento de 70% na inibição. Verificaram, também, que o SGL compete com atrazine no sítio de ligação dos tilacóides de caruru, e com o metribuzin ou diuron nos tilacóides de batata, concluindo que o SGL é um potente inibidor do transporte de elétrons fotossintético, tanto quanto o diuron, a atrazine e o metribuzin, se ligando especificamente no mesmo sítio Q_B da proteína D_1 .

Rasmussen et al. (1992) verificaram que a oxidação de malato, succinato e NADH, utilizados como substrato, foram igualmente inibidas pelo SGL em concentrações entre 0,1 e 0,5 μ M. O SGL alcançou inibição máxima no estágio 3 de oxidação do succinato em concentrações mais baixas (0,8 e 1,0 μ M) que quando NADH e malato foram os substratos, indicando que o succinato fornece elétrons ao sistema de transporte de elétrons via complexo II (PS II), enquanto NADH e malato alimentam de elétrons através do complexo I (PS I), e o máximo de inibição de oxidação para os substratos foi de 90%, mesmo quando a concentração de SGL subiu para 10 μ M. O espectro de absorção indicou que o SGL bloqueia o transporte de elétrons no complexo b-c₁.

A planta de sorgo, além de SGL, produz outros aleloquímicos estimulantes, como o sorgolactone (Hauck, Muller e Schildknecht, 1992) e o estrigol, que é encontrado também no milho, no algodão e no milheto (Siame et al., 1993), exsudados em pequenas quantidades.

Os exsudatos de sorgo inibem a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas, porém podem não interferirem em outras espécies, mas podem, entretanto, estimular a germinação, como acontece com a *Striga asiatica* (Weerasuriya et al., 1993), provavelmente devido ao sorgolactone (Hauck, Muller e Schildknecht, 1992), principal estimulante produzido pelo sorgo. Netzly et al. (1988) citam que os exsudatos de sorgo foram os primeiros compostos estimulantes de germinação identificados de raízes de plantas hospedeiras de *Striga asiatica*.

2.2.4 Alelopatia do sorgo nas plantas cultivadas

Breazeale (1924), citado por Hallak (1995), relata que a palha de sorgo, quando incorporada ao solo, provoca um efeito nocivo, quase sempre observado pela baixa condição vegetativa de cereais plantados na área. Resultado semelhante foi encontrado por Vasconcellos et al. (1998), que plantando soja em vasos contendo resíduos de 5 híbridos de sorgo, observaram que estes resíduos, quando incorporados, afetaram negativamente o teor de nitrogênio acumulado pela soja, embora se verificasse maior nodulação.

Em uma área com faixas de sorgo e soja plantadas no ano anterior, Einhellig e Rasmussen (1989) verificaram que onde se tinha plantado sorgo não havia vegetação, ao contrário de onde havia soja. A biomassa de plantas daninhas foi bem menor onde existiam as faixas de sorgo anteriormente.

Santos (1996) estudou o potencial alelopático de resíduos de genótipos de sorgo em sistemas de cultivo de hortaliças. Os genótipos diferiram quanto à produção de sorgoleone na matéria seca da parte aérea, raízes e nas sementes, evidenciando que a quantidade de sorgoleone é influenciada pela origem genética e taxa de crescimento das plantas de sorgo. Resultados semelhantes foram encontrados por Ben-Hammouda, Kremer e Minor (1995), verificando

que o conteúdo total de fenóis entre os híbridos de sorgo variou em função do genótipo, da idade da planta e do órgão considerado.

Sorgoleone produzido por 12 genótipos de sorgo não diferiram na quantidade (Hess, Ejeta e Butler, 1992), semelhante ao que foi encontrado por Weerasuriya et al. (1993), que constatou, ainda, que a maior atividade de exsudatos de sorgo ocorreu aos 7 e 8 dias de idade e que o tamanho da semente influenciou na duração da atividade.

Ferreira (1998), trabalhando com seis genótipos de sorgo, encontrou diferenças quanto à produção, conteúdo médio e pureza do sorgoleone, indicando que a variação foi influenciada pela origem genética e taxa de crescimento das plântulas de sorgo.

Guenzi, McCalla e Norstadt (1967) verificaram o efeito de extratos aquosos de partes de trigo, aveia, sorgo e milho sobre o crescimento de plântulas de trigo. Em geral, os extratos aquosos de caules tiveram mais efeitos inibitórios sobre as plântulas de trigo de que os extratos de sementes e os extratos de sorgo e de aveia foram mais tóxicos à plântulas de trigo. No mesmo trabalho, os autores observaram que a fitotoxicidade dos resíduos de sorgo em decomposição variou consideravelmente entre 1963 e 1964. No período agrícola de 1963, o tempo foi mais seco e mais quente, aumentando a toxicidade por um período de 16 semanas sobre as raízes e brotos das plantas de trigo, diferente de 1964 quando observaram uma tendência de queda contínua na toxicidade à medida que a decomposição se processou.

Barbosa (1996) verificou que exsudatos radiculares provenientes de quatro plântulas de sorgo "BR007A" reduziram a área foliar da alface (*Lactuca sativa* L.) "AG549" em 62,4%. O exsudato constitui-se de 68% de sorgoleone e 32% da diidroquinona correspondente. O SGL em concentrações de 20 μ M e 5 μ M promoveu redução de 13,1 e 3,3%, respectivamente, no comprimento radicular de plantas de alface. Ben-Hammouda et al. (1995) observaram que os

colmos, folhas e raízes de sorgo promoveram a redução do alongamento radicular de trigo em 74,7; 68,5 e 68,5%, respectivamente

Netzly e Butler (1986) verificaram que os exsudatos hidrofóbicos de sorgo inibiram a elongação radicular da alface em 85%.

Netzly et al.(1988), utilizando 1 mg de SGL/placa em condições não tamponadas, constataram redução de 86% no alongamento de raízes de alface e de 43% na massa de matéria fresca. Trabalharam também com 4 µg de SGL/placa em pH 5,5 e 7,5. Em pH 7,5, houve pequeno aumento de elongação de raízes, e em pH 5,5 a elongação das raízes não foi significativa. Esta mesma concentração de SGL em pH 7,5 causou redução de 66% no crescimento de raízes de *Amaranthus retroflexus* (L.).

Chung e Miller (1995), avaliando a potencialidade de várias gramíneas, entre as quais o sorgo, observaram uma forte influência de resíduos de sorgo sobre a germinação de alface em laboratório e sobre o crescimento das plântulas em casa de vegetação.

Utilizando plântulas de soja para observar os efeitos de 3 ácidos fenólicos (ferúlico, vanílico e *p*-cumárico) sobre o metabolismo de clorofila, Einhellig e Rasmussen (1989) verificaram que o peso seco de plântulas de soja foi reduzido na concentração entre 10^{-3} e 5×10^{-4} M de todos os ácidos. Dois dias após os tratamentos, as plantas já se apresentaram menos túrgidas na concentração de 10^{-3} M para os 3 ácidos. Ben-Hammouda et al. (1995), também utilizando extratos aquosos de partes de plantas de sorgo em bioensaios com trigo, puderam observar que a porcentagem de inibição radicular de trigo foi diretamente proporcional às concentrações dos ácidos vanílico, siringico, ferúlico, *p*-cumárico e *p*-hidroxibenzóico

Einhellig e Souza (1992), utilizando SGL na concentração de 10 µM, observaram ação inibitória no crescimento radicular e aéreo de espécies de plantas daninhas (*Digitaria sanguinalis* (L.) scop. , *Amaranthus retroflexus* L.,

Datura stramonium L., *Abutilon theophrasti* Medic., *Setaria viridis* (L.) Beauv. e *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), entretanto não observaram nenhuma inibição na germinação destas plantas daninhas para todas as concentrações testadas (10, 50 e 100 μ M de SGL). No mesmo trabalho, verificaram que o crescimento das plantas daninhas de folhas largas foi inibido por concentrações de 10 μ M ou mais e que a inibição foi dependente da concentração, porém os efeitos mais severos foram nas de concentrações de 100 μ M de SGL. Einhellig et al. (1993), em bioensaios utilizando discos foliares de soja, observaram que nas concentrações maiores que 50 e 100 μ M, de SGL ocorreu bloqueio eficiente do processo fotossintético, porém não se observou interferência nos estômatos quanto ao processo de inibição do CO₂.

Hallak (1995) encontrou alterações ocorridas na divisão celular e no caule do feijoeiro tratado com SGL.

Lehle e Putnam (1983) relataram que *S. bicolor* e *S. sudanense* foram utilizados para controlar plantas daninhas em pomares.

2.3 Herbicidas na cultura da soja

Na atual situação de economia globalizada, impõe-se a necessidade de buscar avanços que visem melhores produções a baixos custos. Dentre os diversos fatores de produção da soja, destaca-se o controle químico de plantas daninhas, seja nas aplicações em pré ou em pós-emergência. O controle de plantas daninhas com herbicidas de aplicação em pós-emergência vem se destacando nas propriedades rurais devido à sua flexibilidade de uso e eficácia. Esse aspecto ganha mais evidência com o aumento das áreas de plantio direto, onde os herbicidas em pré-plantio-incorporado e geralmente em pré-emergência não são recomendáveis.

Há um estágio no ciclo de desenvolvimento da cultura no qual a interferência das plantas daninhas é determinante na redução da quantidade e qualidade de grãos ou semente. Segundo Rezende (1995), o crescimento de plantas daninhas, juntas à soja, até 3 a 4 semanas iniciais do ciclo da soja, pouco influirá na produção.

Pode-se fazer uso de sub-doses de herbicidas aplicadas em pós-emergência no controle de plantas daninhas, porém deve ser feito com doses mínimas, de tal modo que sejam suficientes para diminuir a competição durante o período crítico da cultura (Cortez, 1991).

Carvalho e Durigan (1995) demonstraram ser possível a redução de 50% na dose do herbicida bentazon, considerando-se como aceitáveis as perdas de 8,7% na produtividade de grãos e levando-se em conta os benefícios dessa redução de dosagem do herbicida e um menor efeito fitotóxico na soja.

O uso de herbicidas em doses reduzidas pode realmente ser viável. Mas a campo, onde os erros podem ocorrer a qualquer momento, pode-se comprometer o controle de plantas daninhas. Entretanto, se for possível a redução de doses, estas devem ser associadas a outro método (cobertura morta, estágio de desenvolvimento da planta daninha).

No sistema de plantio direto, o efeito da cobertura morta reduz as chances de sobrevivência das plântulas das invasoras com pequena quantidade de reservas. Essa cobertura morta cria, ainda, diversificada microbiocenose na camada superficial do solo, que exercerá importantes funções na deterioração e perda da viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo (Pitelli, 1995). O mesmo pesquisador destaca que a atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da qualidade e quantidade do material vegetal depositado na superfície do solo, da população microbiana, das condições climáticas e da decomposição específica da comunidade de plantas daninhas.

Por vezes, somente a cobertura morta não é suficiente para controlar a comunidade infestante, originando outros questionamentos sobre o manejo de herbicidas nessas áreas. Para que a cobertura morta seja eficiente na supressão de plantas daninhas nas culturas, é necessário que os aleloquímicos sejam liberados paulatinamente ao longo do tempo (Almeida, 1988).

A verificação da suscetibilidade das plantas daninhas, em vários estádios de crescimento, para uma faixa de doses de herbicida, permite o estabelecimento de programas de controle mais eficientes e econômicos (Rezende, 1995).

O imazamox, junto com o imazethapyr, aplicados à cultivar BR-16, nas doses de 98 e 100 g/ha, provocaram sintomas iniciais de fitotoxicidade (redução de porte), causando uma pequena redução na produtividade da cultura em relação à testemunha (Duarte et al., 1997). Kawaguchi et al. (1997), comparando as doses de imazamox, 50 e 100 g/ha e de imazethapyr, 70, 100 e 200 g/ha, em pós-emergência, observaram que a produção foi maior nas menores doses, e as maiores doses resultaram em fitotoxicidade de regular à média na cultura da soja, cultivar IAS-5. Entretanto, Constantin et al. (1997), utilizando imazamox, imazethapyr e butoxydim, não verificaram fitotoxicidade que afetasse o desenvolvimento e a produção de soja, cultivar BR-16.

Estudos de campo conduzidos por Klingman, King e Oliver (1992), envolvendo a aplicação de imazethapyr nas doses, 53; 70 e 140 g/ha sobre 24 espécies de plantas daninhas, mostraram melhores resultados quando as plantas daninhas estavam no estágio cotiledonar ou com uma folha verdadeira. Observaram, também, que as aplicações precoces devem ser efetuadas com maior cuidado quando se utilizam doses menores que as recomendadas do herbicida, para que não promovam o surgimento de biotipos de plantas daninhas resistentes.

Fornarolli, Chehata e Caetano (1997), quando utilizaram imazethapyr a 25 g/ha em cobertura morta de aveia, no controle de *Euphorbia heterophylla*,

observaram um resultado semelhante à testemunha capinada. Rezende (1995) obteve bons resultados com imazethapyr, em doses a partir de 75 g/ha, quando aplicado em estágio precoce das plantas daninhas. Em estágio mais avançado, resultados semelhantes só foram atingidos com doses de 100 e 125 g/ha.

Há casos em que herbicidas provocam fitotoxicidade na soja, desaparecendo, porém, sem prejudicar significativamente a produção.

Zagonel (1997) também fez considerações semelhantes quando utilizou imazethapyr a 60 e 100 g/ha em plantio direto na palha, logrando êxito no controle de *Euphorbia heterophylla*; porém observou uma redução média de 30% no porte das plantas de soja aos 15 dias após aplicação (DAA), cujo efeito decresceu gradativamente até 10% aos 45 DAA.

Wax, Bernard e Hayes (1974) constataram diferentes níveis de tolerância entre cultivares de soja quanto ao uso de herbicidas à base de bentazon.

2.3.1 Imazamox

O uso de herbicidas na cultura da soja constitui prática indispensável para obtenção de boa produtividade, com isso a demanda de herbicidas vem se intensificando e novas moléculas estão surgindo no mercado a cada ano, principalmente com relação aos herbicidas de aplicação em pós-emergência, especialmente na utilização em sistema de plantio direto.

Um grupo de herbicidas muito utilizado em sistema de plantio direto são as imidazolinonas, que podem ser absorvidos pelas folhas ou raízes e apresentam atividade variável em função da espécie de planta daninha. São usados em pequenas doses por unidade de área, geralmente menos que 150 g. ha⁻¹ (Rodrigues e Almeida, 1995), o que proporciona vantagens ao ambiente diminuindo os riscos de contaminação ambiental.

As imidazolinonas, indicadas principalmente para o controle de dicotiledôneas, apresentam o mesmo mecanismo de ação, atuando nos plastídeos de tecidos jovens, em que são formados os aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina, mediado pela enzima acetolactatosintase (ALS) (Vidal,1997).

As imidazolinonas estão ligadas à formação de um complexo piruvato-ALS-imidazolinona, que bloqueia a ação da enzima ALS (Souza, 1999), impedindo a síntese dos aminoácidos essenciais de cadeia ramificada, causando a descoloração das folhas jovens e em algumas plantas ocorre o encurtamento dos entrenós ou o espessamento na base do caule (Vidal, 1997).

Dentre os produtos derivados do grupo químico imidazolinona, destaca-se, atualmente, o herbicida imazamox, indicado para as culturas do feijão e da soja. As imidazolinonas geralmente apresentam longo efeito residual, como é o caso do imazaquin, 300 dias (Rodrigues e Almeida, 1995). O imazamox difere dos demais herbicidas do grupo por apresentar menor período residual no solo e controle de algumas gramíneas (CYANAMID 1997), possibilitando a utilização de cultura sucessiva de milho em relação à soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos de campo foram instalados na área experimental da Universidade Federal de Lavras; UFLA, Lavras-MG, no ano agrícola de 1998/99.

A Universidade está localizado a uma latitude de 21° 14' S, longitude de 45° 00' WGRW e altitude média de 918,87 metros.

3.1 Solos, adubação e clima

A região possui clima C_w , com chuvas de verão e inverno relativamente seco, segundo classificação de Koeppen.

Os solos onde foram instalados os experimentos são representativos da região, classificados como Latossolos Roxo distrófico A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado.

As adubações constituíram-se da aplicação de 250 Kg.ha⁻¹ da fórmula 04-14-08, por ocasião da semeadura do sorgo, para formação da cobertura morta, em ambas as áreas, e de 350 Kg.ha⁻¹, da mesma fórmula, também em ambas as áreas, por ocasião da semeadura da soja.

Os resultados das análises de solos e os dados climáticos de onde foram conduzidos os experimentos são apresentadas na Tabela 1A e Figura 1A, respectivamente.

3.2 Cultivares e semeadura

Utilizou-se, como formadora de cobertura de sorgo, a cultivar BR-303, nas duas áreas experimentais, e como cultura da soja utilizou-se a cultivar

Culturas sulhageiras

Garimpo, também nas duas áreas, ambas as cultivares disponíveis no mercado e recomendadas para a região.

O sorgo foi semeado no espaçamento de 0,7 m entre fileiras, em densidades de acordo com os tratamentos, em 28/08/98, na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) e em 18/09/98, na área experimental do Departamento de Engenharia (DEA), ambos na Universidade Federal de Lavras.

A soja foi inoculada com 500 g de inoculante comercial/100 Kg de sementes e plantada em 24/11/98 na área do DAG e em 04/12/98 na área do DEA.

O plântio ^{Semeadura?} foi realizado em sistema de plantio direto, com plantadora de 3 linhas, adaptada com "Kit de plantio direto", com as fileiras espaçadas de 0,5 m, na densidade de 25 sementes por metro, nos dois locais.

3.3 Delineamento experimental

Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, em modelo fatorial 4x4, mais 2 testemunhas adicionais, com 3 repetições, sendo que o primeiro fator foi de 4 densidades populacionais de sorgo, para formação de cobertura morta, 0, 100, 200 e 300 mil pl.ha⁻¹, e o segundo fator foi de 4 doses de imazamox, 0, 10, 20 e 30 g.ha⁻¹. Uma testemunha adicional foi mantida capinada e sem cobertura e a outra testemunha adicional foi mantida com cobertura morta de *Brachiaria plantaginea* (papuã ou capim marmelada).

As parcelas para formação da cobertura morta foram constituídas de 7 linhas de sorgo espaçadas de 0,7 m e com 6,0 m de comprimento, perfazendo área total de 29,4 m². Dentro das parcelas de sorgo, após a dessecação e a roçada, foram demarcadas as parcelas de soja, que se constituíram de 5 fileiras espaçadas de 0,5 m e com 6,0 m de comprimento, perfazendo área total da soja

de 15 m². A área útil constituiu-se da parte central da parcela, utilizando-se 3 linhas centrais com 4,0 m de comprimento, perfazendo 6,0 m².

3.4 Principais características do Imazamox:

Grupo químico: Imidazolinona

Nome químico: Ácido nicotínico 2-(4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-imidazolin-2-il)-5-(metoximetil)

Nome comum: imazamox

Dose recomendada: 28 g.ha⁻¹

Solubilidade em água: 4413 ppm a 20° C

Pressão de vapor: < 1,0 x 10⁻⁷ mm Hg a 25° C

Densidade: 0,6 g/cm³

Absorção: radicular (menor grau) e foliar.

3.5 Manejo das plantas daninhas e cobertura

Aos 60 dias da emergência, o sorgo foi dessecado com glyphosate (2,0 L.ha⁻¹) num volume de aplicação de calda equivalente a 200 L.ha⁻¹, utilizando pulverizador costal, à pressão constante (CO₂) de 2.8 kg.cm⁻². O sorgo foi roçado cinco dias após a dessecação, com roçadeira motorizada costal, em duas etapas, uma à altura de 30 cm e outra à altura de 5 cm, simulando o trabalho de rolo-faca.

As aplicações do herbicida imazamox foram realizadas com pulverizador costal, à pressão constante (CO₂) de 2,8 Kg.cm⁻², munido de uma barra com quatro bicos leque 110.02, espaçados de 0,5 m e volume de aplicação de calda de equivalente a 200 L.ha⁻¹, dias 19/12/98 e 06/01/99, nas áreas do DAG e DEA, respectivamente, quando as plantas daninhas estavam entre o estádios de 2 a 4

folhas, e a soja entre o segundo e o quarto trifólio totalmente expandido. Na calda de pulverização foi adicionado surfactante não-iônico a 0,2% v/v.

Uma capina manual, com enxada, foi realizada no tratamento testemunha aos 20 dias após a emergência da soja.

3.6 Avaliações

Nos dois experimentos, as avaliações visuais, de controle das plantas daninhas, foram realizadas por três avaliadores, atribuindo-se notas, em porcentagem, aos 7, 15 e 90 dias após as aplicações de imazamox, tendo a testemunha capinada como referência.

No momento do ^{da emergência} plantio da soja, determinou-se ^{→ Pg. vc. não possui.} visualmente a porcentagem de cobertura formada pelos resíduos de sorgo, adotando-se 0 para nenhuma cobertura do solo e 100 para cobertura total. O mesmo foi feito aos 60 dias da emergência para se definir a cobertura final.

O peso da matéria seca das plantas de sorgo foi determinado coletando-se ao acaso as plantas em 1,0 metro dentro da fileira de cada área útil, dois dias após a dessecação. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e posteriormente secas em estufas de circulação e renovação forçada de ar a 60-70° C, até atingirem o peso constante. Após a pesagem e anotação de matéria seca do sorgo, os resíduos foram retornados às respectivas parcelas.

Para fitotoxicidade na planta de soja foi observada, visualmente, por três avaliadores, a porcentagem de injúria, adotando-se 0 para nenhuma injúria e 100% como morte total, aos 7, 15, e 30 dias após a aplicação de imazamox.

Nos experimentos, procedeu-se a determinação da altura de plantas, aos 7, 15, 30 e 90 dias após aplicação de imazamox, tomando-se dez plantas ao acaso dentro da área útil das parcelas. A altura foi determinada utilizando-se

régua graduada em centímetros, medindo-se as distâncias entre a superfície do solo e a gema apical da haste principal da planta.

O rendimento da cultura foi determinado pesando-se os grãos colhidos na área útil da parcela, convertida para um hectare, após ter sido padronizada, em laboratório, a 13% de umidade.

→ Ficaria mais consistente com resultados de
"1000" ...
[Kg de palha/ha

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fitotoxicidade sobre a soja

4.1.1 Efeito das doses de imazamox

O sintoma observado foi clorose internerval, o qual está de acordo com os sintomas descritos por Vidal (1997). Os sintomas de fitotoxicidade ocorreram de forma mais acentuada nas maiores doses de imazamox, 20 e 30 g.ha⁻¹, (Figura 1).

Verificaram-se efeitos fitotóxicos das doses de imazamox (10, 20 e 30 g.ha⁻¹) sobre a planta da soja aos 7 e 15 dias após a aplicação (DAA), entretanto estes efeitos não foram significativos aos 30 DAA, semelhante aos resultados encontrados por Constantin et al. (1997), os quais citam que mesmo com 49 g.ha⁻¹, o imazamox não afetou o desenvolvimento da soja, embora tenham sido observados sintomas de fitotoxicidade.

Aos 7 DAA o efeito foi linear crescente, com significância de 1%, ou seja, à medida que se aumentaram as doses de imazamox, verificaram-se sintomas mais acentuados. A fitotoxicidade de imazamox chegou a 6,0% na dose de 30 g.ha⁻¹.

Aos 15 DAA o efeito foi linear crescente, com significância de 5%, apresentando sintoma de fitotoxicidade de 4,6%, na maior dose, portanto em menor intensidade que na avaliação anterior.

Aos 30 DAA o efeito das doses de imazamox sobre a planta da soja não foram significativas, considerando, então, que estatisticamente o imazamox não apresentou efeitos fitotóxicos à planta de soja, quando comparado à testemunha.

Importante notar que mesmo nas doses maiores, o imazamox foi considerado pouco fitotóxico para a soja, cultivar Garimpo. De acordo com Vidal (1997), os herbicidas imidazolinonas são rapidamente inativados pela soja.

As equações na Figura 1 apresentaram os seguintes coeficientes de determinação em relação às doses aplicadas: $R^2 = 0,8827$; $R^2 = 0,9736$ e $R^2 = 0,9899$, respectivamente para 7, 15 e 30 DAA, indicando que uma pequena variação das medidas de fitotoxicidade não foi explicada pelas doses de imazamox.

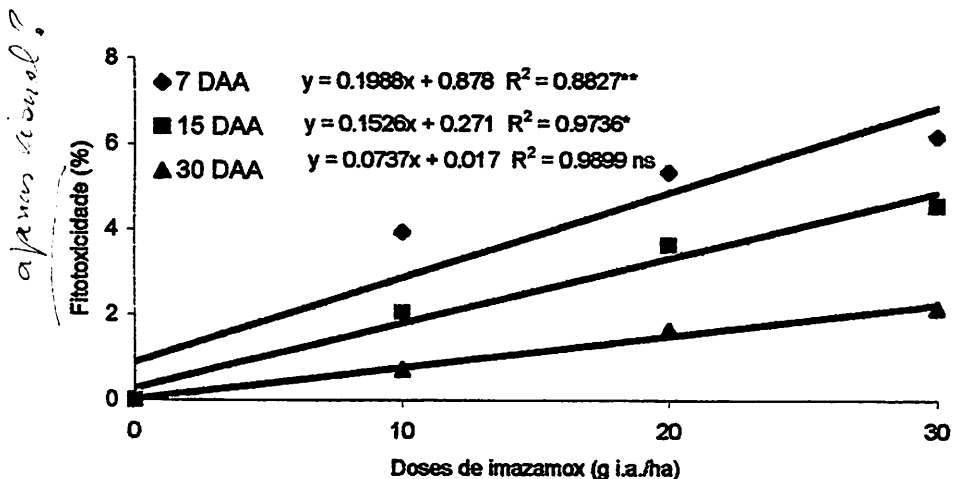


FIGURA 1. Fitotoxicidade de imazamox sobre as plantas de soja, cultivar Garimpo, aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação (DAA), aplicadas aos 23 dias após a emergência da soja. Lavras-MG, 1999.

4.1.2 Efeito das densidades (resíduos) de sorgo

O sintoma fitotóxico observado foi uma clorose foliar, que permaneceu por um período mais prolongado que o sintoma provocado pelas doses de imazamox, os quais desapareceram aos 30 DAA (Figura 1), o que não aconteceu com os sintomas provocados pelos resíduos de sorgo, sobre planta da soja, permanecendo por mais tempo durante o ciclo da cultura (Figura 2).

Sintomas de fitotoxicidade provocados por resíduos de sorgo também foram observados por Weston e Gonzales (1994), que os descreveram como o branqueamento dos tecidos. Sintomas semelhantes também foram encontrados por Vascolcellos et al. (1998), citando, ainda, que os resíduos de sorgo afetaram negativamente o teor de nitrogênio acumulado pela soja.

A fitotoxicidade dos resíduos à planta de soja aumentou à medida que se aumentou a densidade de plantio de sorgo, seguindo o modelo de regressão quadrática significativo a 5%, para as três épocas de avaliação, apresentando os coeficientes de determinação de: $R^2 = 0.9886$, $R^2 = 0.9711$ e $R^2 = 0.9729$, respectivamente para 7, 15 e 30 DAA, refletindo que os sintomas foram realmente devido aos resíduos de sorgo. Resultados similares foram observados por Ben-Hammouda et al. (1995) com relação à quantidade de resíduos, quando verificaram que a taxa de inibição do crescimento radicular de plântulas de trigo estava relacionada com a concentração dos extratos de partes de plantas de sorgo. Também verificaram que os exsudatos de sorgo contribuem para o potencial alelopático durante o crescimento e após a colheita quando os resíduos permanecem no campo antes ^{da semeadura ou instalação} do plantio da cultura subsequente.

Verificou-se, ainda, que os sintomas foram decrescendo até 30 DAA, sem no entanto desaparecerem. Guenzi, McCalla e Norstadt (1967) verificaram, também, que a fitotoxicidade dos resíduos de sorgo sobre as plantas de trigo decresce com a evolução do processo de decomposição.

Observou-se que aos 7 DAA os efeitos fitotóxicos (17,0%) dos resíduos de sorgo, na densidade de 300 mil pl.ha⁻¹, foram mais acentuados que nas demais épocas de avaliação (13,5 e 11,5%, respectivamente, para 15 e 30 DAA). Um dos fatores que explicam esse resultado é, provavelmente, a maior quantidade de aleloquímicos liberados durante a decomposição dos resíduos de sorgo (Tabela 2A) no início do desenvolvimento da soja, quando a planta é mais sensível.

Verificou-se, também, que os resíduos de sorgo foram mais fitotóxicos à planta de soja que o imazamox, durante todo o período de avaliação. Aos 30 DAA, os resíduos 300 mil pl.ha⁻¹ de sorgo provocaram injúrias na soja da ordem de 17,0%, enquanto que o imazamox a 30 g.ha⁻¹ provocou injúrias da ordem de 6,0 % apenas.

o coeficiente de correlação é muito baixo, não explica.

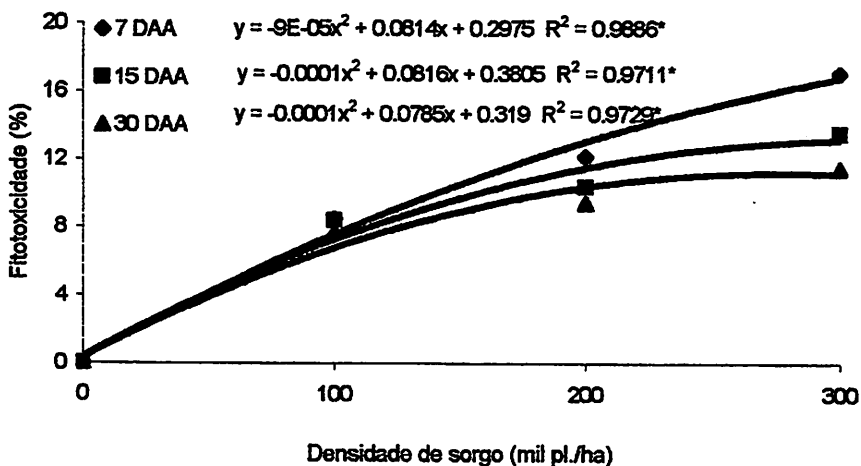


FIGURA 2. Fitotoxicidade de resíduos de sorgo sobre as plantas de soja, cultivar Garimpo, aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação (DAA). Lavras-MG, 1999.

Na análise de variância (Tabela 3A), em relação à fitotoxicidade dos resíduos de sorgo, verificaram-se efeitos significativos a 1% para tratamentos com resíduos de sorgo, resíduos de *Brachiaria plantaginea* e sem resíduos. Na comparação entre os tratamentos com resíduos de sorgo (fatorial) e testemunhas capinada e testemunha com resíduos de *B. plantaginea* (tratamentos adicionais), verificaram-se, também, efeitos significativos a 1% de probabilidade, refletindo que os resíduos de sorgo foram mais fitotóxicos que os tratamentos adicionais. Entretanto, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre as parcelas que receberam tratamentos com resíduos de *B. plantaginea* e as parcelas capinadas que não receberam cobertura, podendo-se afirmar que os resíduos de *B. plantaginea* não tiveram efeitos fitotóxicos sobre a planta de soja. Complementando estas comparações, pelo contraste Y(1) (Tabela 1), verificou-se que os efeitos fitotóxicos dos resíduos culturais (*B. plantaginea* ou sorgo), sobre a planta de soja foram superiores, a 1% de significância, aos efeitos dos tratamentos que não receberam resíduos, nas três épocas de avaliação. Pelo contraste Y(2), verificaram-se efeitos significativamente menores dos resíduos de *B. plantaginea* sobre a planta de soja quando comparados com os tratamentos que receberam os resíduos de sorgo, equivalentes às densidades de 100, 200 e 300 mil plantas por hectare, indicando que os resíduos de sorgo foram mais fitotóxicos à soja, mesmo quando a quantidade de resíduos em cobertura (4,38 t.ha⁻¹) foi semelhante à quantidade de resíduos de *B. plantaginea* (4,25 t.ha⁻¹), também em cobertura (Tabela 2A).

TABELA 1. Contrastes para comparação entre os tratamentos com sorgo (fatorial) e os tratamentos adicionais relativos à toxicidade aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação (DAA). Lavras, 1999.

Tratamentos	Médias			Contrastes ¹	
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	Y(1)**	Y(2)**
0	9,6178	7,6887	5,9907	3	0
100 mil pl.ha ⁻¹	18,0704	16,0707	13,7018	-1	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	21,7756	18,0402	15,3924	-1	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	26,7032	21,2058	17,4395	-1	-1
T. Capinada	0,0000	0,0000	0,0000	1	0
T. <i>B. plantaginea</i>	0,0000	4,6329	5,0732	-1	3

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

1 - Y(1) = comparação dos tratamentos com palha com os tratamentos sem palha.

Y(2) = comparação dos tratamentos com palha de *Brachiaria plantaginea* com os tratamentos com palha de sorgo.

Pela Figura 3, verificaram-se que ambos os efeitos foram crescentes em função dos níveis, atingindo valores máximos da ordem de 23% de fitotoxicidade nas parcelas que receberam as maiores doses de imazamox (30 g.ha⁻¹) e maior quantidade de resíduos de sorgo (300 mil pl.ha⁻¹), podendo-se afirmar que ocorreu uma adição de efeitos fitotóxicos entre o imazamox e os resíduos de sorgo sobre a soja.

$$z=1.757+0.053*x+0.193*y-1.241e-5*x*x+0*x*y-0.002*y*y$$

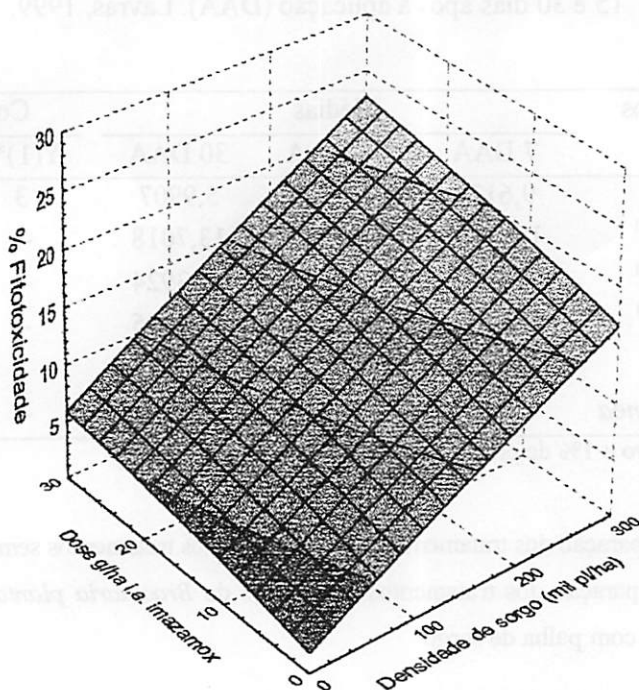


Figura 3. Interação dos efeitos fitotóxicos de doses de imazamox e resíduos de sorgo sobre a planta de soja aos 7 DAA do herbicida. Lavras-MG, 1999.

4.2 Altura das plantas de soja

4.2.1 Efeito das doses de imazamox

Verificou-se, pela Tabela 4A, que o imazamox nas doses 10, 20, e 30 g.ha⁻¹, em comparação com a testemunha sem imazamox, não teve efeito sobre a altura da planta de soja, cultivar Garimpo, nas quatro épocas avaliadas (7, 15, 30 e 90 DAA), mesmo apresentando sintomas iniciais de fitotoxicidade. Constantine et al. (1997) ^{Ve. que encontram resultados semelhantes ao de} encontraram resultados semelhantes, afirmando que os efeitos do imazamox não afetou o desenvolvimento da soja, embora tenham ocorrido sintomas de fitotoxicidade, entretanto divergindo das conclusões de Duarte et al. (1997), que citam que a soja, cultivar BR-16, apresentou sintomas de fitotoxicidade utilizando-se imazamox nas doses de 42 e 49 g.ha⁻¹, refletindo na redução do porte da planta em relação à testemunha e uma leve redução na produtividade.

4.2.2 Efeito dos resíduos de sorgo

Com relação aos efeitos dos resíduos de sorgo sobre a altura da planta de soja, observou-se (Tabela 4A) significância a 1% de probabilidade nas 4 avaliações realizadas ao longo do ciclo da cultura, podendo-se afirmar que o efeito dos resíduos de sorgo interferiram na altura da planta de soja desde as fases iniciais até a fase de pré-colheita (90 DAA).

O efeito de resíduos de sorgo sobre o desenvolvimento de plantas foi observado desde Brezeale (1924), citado por Hallak (1995), que relata que o sorgo incorporado provoca uma baixa condição vegetativa de cereais plantados na área e que a biomassa de plantas daninhas foi menor onde anteriormente havia sido plantado sorgo.

Na comparação entre a testemunha capinada e a testemunha com *B. plantaginea*, não se observaram diferenças entre os dois tratamentos. Esse resultado sugere que os resíduos de *B. plantaginea*, na forma de cobertura morta de solo (Tabela 2A), não tiveram interferência sobre a altura da planta de soja, tornando-se um padrão para comparação com os efeitos dos resíduos de sorgo. Resultados de Almeida (1988) mostraram que a *B. plantaginea* não afetou o crescimento da soja. Entretanto, conflitam com Almeida et al.(1986), citado por Almeida (1988) que demonstraram que a soja foi susceptível aos efeitos alelopáticos da *B. plantaginea*, reduzindo a altura da soja em 27%.

Os sintomas de fitotoxicidade em decorrência dos resíduos de sorgo provavelmente refletiram sobre a altura das plantas de soja, cultivar Garimpo. Pela Figura 4, verificou-se que os efeitos das densidades dos resíduos (0, 100, 200 e 300 mil pl.ha⁻¹) foram significativos a 1% nas três épocas avaliadas durante o desenvolvimento pleno e na última avaliação, na fase de pré-colheita (90DAA) da soja. Em todas as avaliações, os efeitos negativos dos resíduos foram crescentes com o incremento das densidades de sorgo (quantidade de cobertura morta), seguindo o modelo linear de regressão ($Y = \beta_0 + \beta_1 1/(x+1) + \beta_2 x^2$), apresentando coeficientes de determinação de $R^2 = 0,9322$; $R^2 = 0,9108$; $R^2 = 0,9039$ e $R^2 = 0,9995$, respectivamente para as épocas 7, 15, 30 e 90 DAA.. Importante notar que, na pré-colheita, os efeitos foram totalmente explicados pelos resíduos de sorgo.

Na comparação entre os resíduos de sorgo contra os resíduos de *B. plantaginea*, ambos em cobertura (contraste Y(2), Tabela 2), verificou-se que os resíduos de sorgo forma prejudiciais à planta, inibindo o crescimento da cultura. Pelo contraste Y(1), observou-se que os resíduos em cobertura interferiram negativamente na altura da planta, o que pode ser creditado exclusivamente ao sorgo, pois não houve diferença entre a testemunha capinada e a *B. plantaginea*.

TABELA 2. Contrastes para comparação entre os tratamentos com resíduos de sorgo(fatorial) e os tratamentos adicionais relativos à altura de planta de soja aos 7, 15, 30 e 90dias após a aplicação (DAA). Lavras-MG, 1999.

Tratamentos	Médias				Contrastes ¹				
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	90 DAA	Y(1)** ²	Y(2)**	Y(2)*	Y(2)*	Y(2)**
0	26,750	33,458	60,500	91,500	3	0	0	0	0
100 mil pl.ha ⁻¹	23,917	29,667	53,375	83,208	-1	-1	-1	-1	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	24,458	30,583	55,167	81,292	-1	-1	-1	-1	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	23,000	28,542	51,083	78,875	-1	-1	-1	-1	-1
T. Capinada	30,000	37,833	64,667	95,000	1	0	0	0	0
T. <i>B. plantaginea</i>	27,833	33,000	59,000	94,167	-1	3	3	3	3

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

1 - Y(1) = comparação dos tratamentos com palha com os tratamentos sem palha.

Y(2) = comparação dos tratamentos com palha de *Brachiaria plantaginea* com os tratamentos com palha de sorgo.

2 - Contraste Y(1) significativo a 1% para as 4 épocas avaliadas.

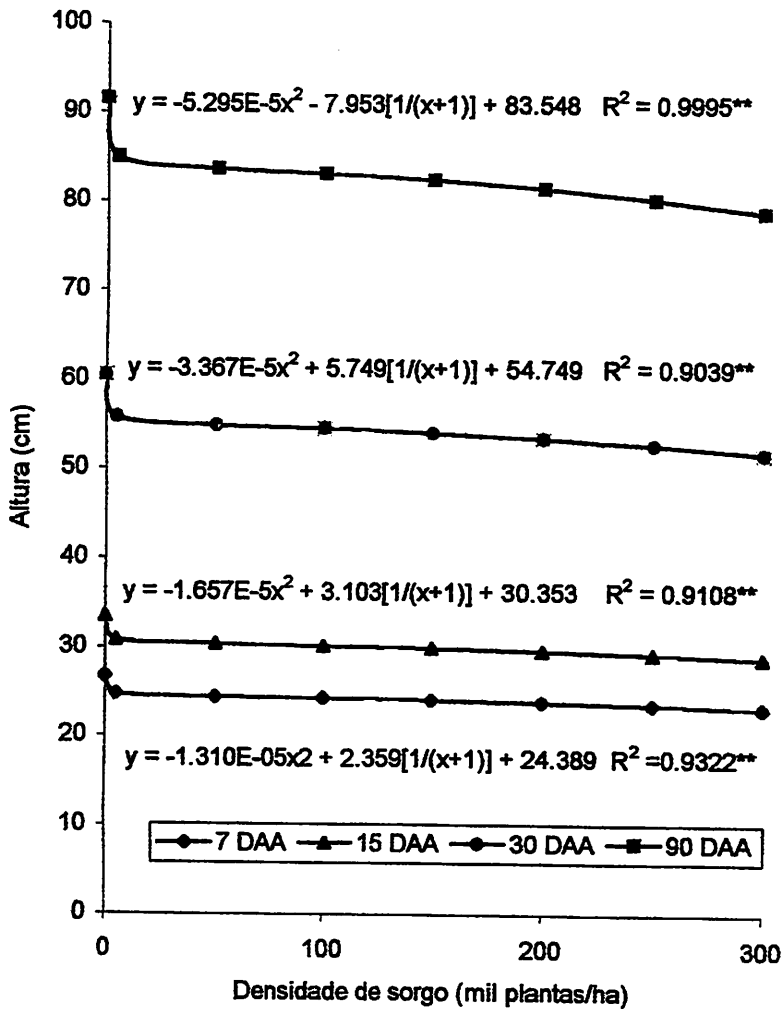


FIGURA 4. Efeito dos resíduos de sorgo em cobertura morta, nas densidades de 0, 100, 200 e 300 mil plantas por hectare, sobre a altura das plantas de soja, cultivar Garimpo, aos 7, 15, 30 e 90 dias após aplicação de imazamox. Lavras-MG, 1999.

4.3 Rendimento de grãos

A análise de variância com os efeitos das doses de imazamox, dos resíduos de sorgo, dos resíduos de *Brachiaria plantaginea* e da testemunha capinada, relativa a rendimento de grãos de soja, cultivar Garimpo, estão apresentados na Tabela 5A.

As doses de imazamox não tiveram efeitos significativos sobre a produção da soja, embora tenham afetado inicialmente o desenvolvimento da cultura. Entretanto, para a interação com as densidades de sorgo, verificou-se significância a 5%.

Verificou-se, a 1% de significância, que os resíduos de sorgo, em função das densidades populacionais de sorgo (0, 100, 200 e 300 mil pl.ha⁻¹), afetaram a produção da soja; e comparando os tratamentos com resíduos de sorgo com os tratamentos adicionais, observam-se diferenças significativas a 1%. Entretanto, não se verificam diferenças entre as tratamentos adicionais (testemunha capinada e testemunha com resíduos de *B. plantaginea*), podendo-se afirmar que os resíduos de *B. plantaginea* não afetaram o rendimento de grãos da soja. As diferenças entre os tratamentos (resíduos de sorgo, resíduos de *B. plantaginea* e testemunha capinada) podem ser verificadas pelos contrastes (Tabela 3).

Na comparação entre os efeitos dos tratamentos das parcelas que receberam os resíduos de sorgo ou resíduos de *B. plantaginea* com os efeitos dos tratamentos das parcelas que não receberam resíduos algum (contraste Y(1)), verificou-se, a 1% de probabilidade, que ocorreram efeitos negativos dos resíduos culturais, como cobertura morta, sobre o rendimento de grãos da soja (Tabela 3), podendo-se afirmar que estes efeitos foram exclusivamente relativos ao sorgo, pois pela ANAVA, verificou-se que os resíduos de *B. plantaginea* não diferiram da testemunha capinada. Pelo contraste Y(2), que compara os tratamentos das parcelas que receberam resíduos de sorgo às parcelas que

receberam resíduos de *B. plantaginea*, constatou-se que os resíduos de sorgo tiveram efeitos negativos, a 1% de probabilidade, sobre o rendimento de grãos da soja.

Os efeitos das densidades de plantio do sorgo sobre o rendimento de grãos da soja (Figura 5) foram decrescentes com o incremento das densidades dos resíduos em cobertura, de acordo com o modelo linear de regressão ($Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{(x+1)} + \beta_2 x^2$), que melhor explicou a brusca queda inicial da produção da soja nas densidades de sorgo próximas de 0 (zero). Os efeitos fitotóxicos dos resíduos de sorgo sobre a planta da soja, que refletiram no rendimento de grãos da cultura, podem ser atribuídos a vários fatores, entre os quais aos aleloquímicos liberados pelas raízes de sorgo durante o desenvolvimento da planta e mediante processo de decomposição dos resíduos, que faz liberar gradativamente estes aleloquímicos no solo.

TABELA 3. Contrastes para comparação entre os tratamentos em fatorial (Densidade de sorgo) e os tratamentos adicionais relativos à produção de soja. Lavras-MG, 1999.

Tratamentos	Médias da produção t/ha	Contrastes ¹	
		Y(1)**	Y(2)**
0	2,3892	3	0
100 mil pl.ha ⁻¹	1,9175	-1	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	1,8779	-1	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	1,5350	-1	-1
T. Capinada	2,3967	1	0
T. <i>B. plantaginea</i>	2,3433	-1	3

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

1 - Y(1) = comparação dos tratamentos com palha com os tratamentos sem palha.

Y(2) = comparação dos tratamentos com palha de *Brachiaria plantaginea* com os tratamentos com palha de sorgo.

em 2000 deve haver maior impacto sobre a produção de soja

Entretanto, os efeitos alelopáticos do sorgo devem ser mais estudados a campo, visto que, na natureza, torna-se difícil distinguir os efeitos alelopáticos de outros efeitos devido à complexidade biológica dos processos de interferência entre os indivíduos no solo, como a alelopátia e a competição.

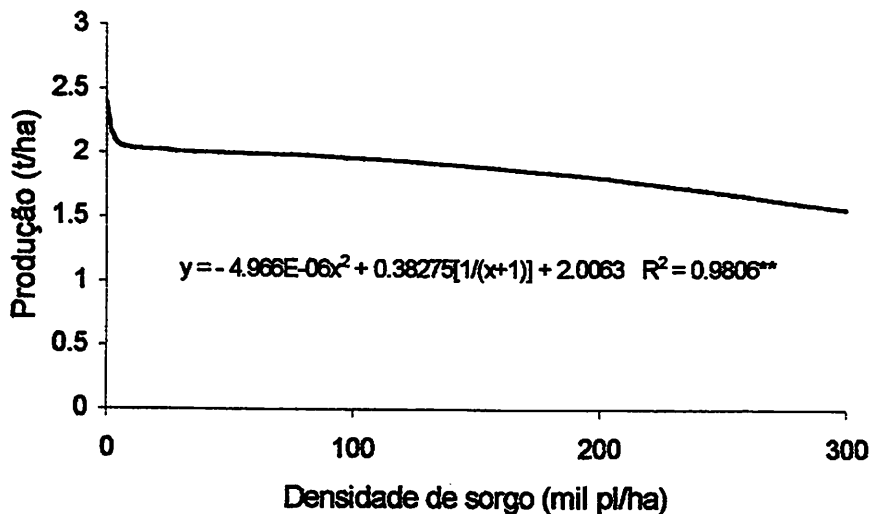


FIGURA 5. Efeito das densidades dos resíduos de sorgo, em cobertura morta, sobre a produção de soja, cultivar Garimpo. Lavras-MG, 1999.

4.4 Controle de plantas daninhas

No controle de *Richardia brasiliensis* (poaia-branca) e *Galinsoga parviflora* (fazendeiro) (ANAVA, Tabela 6A), verificaram-se efeitos significativos, a 1% de probabilidade, para os tratamentos com doses de imazamox, para os tratamentos com densidades de sorgo e na interação dos tratamentos com resíduos de sorgo com os tratamentos adicionais, nas 3 épocas de avaliação (7, 15 e 90 DAA).

Apenas aos 90 DAA, fase de pré-colheita da soja, observou-se interação significativa entre os tratamentos em fatorial (dose x densidade) para *R. brasiliensis* e a partir dos 15 DAA para *G. parviflora*.

Entre os tratamentos adicionais (testemunha capinada e testemunha com *B. plantaginea*), não se verificaram diferenças significativas no controle de *R. brasiliensis* e *G. parviflora*, provavelmente devido à melhor uniformidade da cobertura, que inibiu a germinação e emergência das referidas plantas daninhas. Com relação à uniformidade de cobertura, Almeida (1991) observou que quando sementes de *G. parviflora*, colhidas à noite, foram semeadas em vasos, permaneceram dormentes quando cobertas com palha de aveia. Entretanto, quando não foram cobertas, germinaram normalmente.

O efeito das doses de imazamox no controle de *R. brasiliensis* (Figura 6) foi maior nas doses maiores de imazamox (20 e 30 g i.a.ha⁻¹), quando o controle atingiu o valor máximo de 97% pela curva da equação, numa dose de 24 g.ha⁻¹, valor próximo à recomendação para o produto (28 g.ha⁻¹).

Para a espécie *G. parviflora*, na fase de pré-colheita (90 DAA), o efeito foi também crescendo com o aumento das doses, seguindo o modelo quadrático, quando atingiu o controle de 100%, na dose de 24 g.ha⁻¹, comparado com a testemunha. Diante disso, pode-se dizer que *G. parviflora* apresentou sensibilidade ao imazamox semelhante a *R. brasiliensis*.

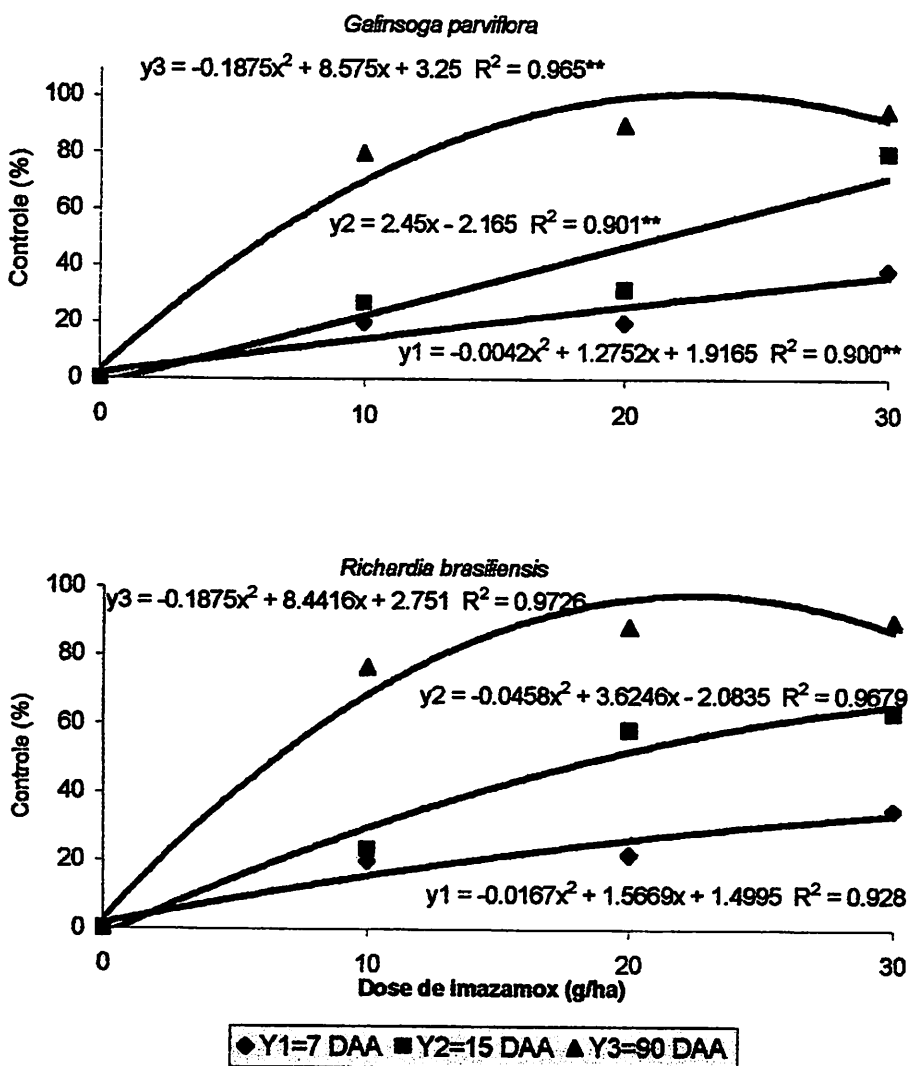


FIGURA 6. Doses de imazamox no controle de *Galinsoga parviflora* e *Richardia brasiliensis*, aos 7, 15 e 90 DAA, na cultura da soja. Lavras-MG, 1999.

Pela Figura 7, verificou-se que o efeito crescente das densidades de resíduos de sorgo no controle de *R. brasiliensis*, de acordo com a regressão quadrática, atingindo o controle de 83% na densidade de 200 mil pl.ha⁻¹, o que também foi observado, de maneira semelhante, nas primeiras datas de avaliação, com melhores respostas de controle a 200 mil pl.ha⁻¹. A partir de 200 mil pl.ha⁻¹, não ocorreu aumento na porcentagem de controle com o aumento da densidade de sorgo. Provavelmente, acima desta população, a quantidade de aleloquímicos tenha sido semelhantes, ou talvez as interferências, a partir de então, não tenham sido alteradas, pois a quantidade de palha aumentou pouco na densidade de 300 mil pl.ha⁻¹ (Anexo 2A).

No controle de *G. parviflora*, verificou-se o efeito crescente das densidades de resíduos de sorgo no controle desta invasora. O efeito dos resíduos de sorgo no controle de *G. parviflora* tendeu a ser mais eficiente que no controle de *R. brasiliensis*, pois atingiu, na avaliação de pré colheita (90 DAA), índices de controle na ordem de 92%, enquanto que, no controle de *R. brasiliensis*, atingiu índices de 83%, considerando a densidade de sorgo em 200 mil plantas por hectare. Este comportamento foi observado também nas avaliações anteriores, podendo-se afirmar que *G. parviflora* foi mais suscetível aos resíduos de sorgo de que *R. brasiliensis*.

Comparando as figuras 6 e 7, observou-se que, inicialmente, o efeito das doses foi mais intenso que o efeito das densidades de resíduos, podendo ser explicado pelo fato de que os resíduos que estavam nas parcelas desde o início do desenvolvimento da cultura, liberando aleloquímicos no solo, não afetaram inicialmente o desenvolvimento das espécies (*R. brasiliensis* e *G. parviflora*), só interferindo após um maior grau de decomposição dos resíduos. Entretanto, o efeito do herbicida se expressou desde a sua aplicação, acentuando-se durante o ciclo da cultura e também devido ao próprio fechamento da cultura.

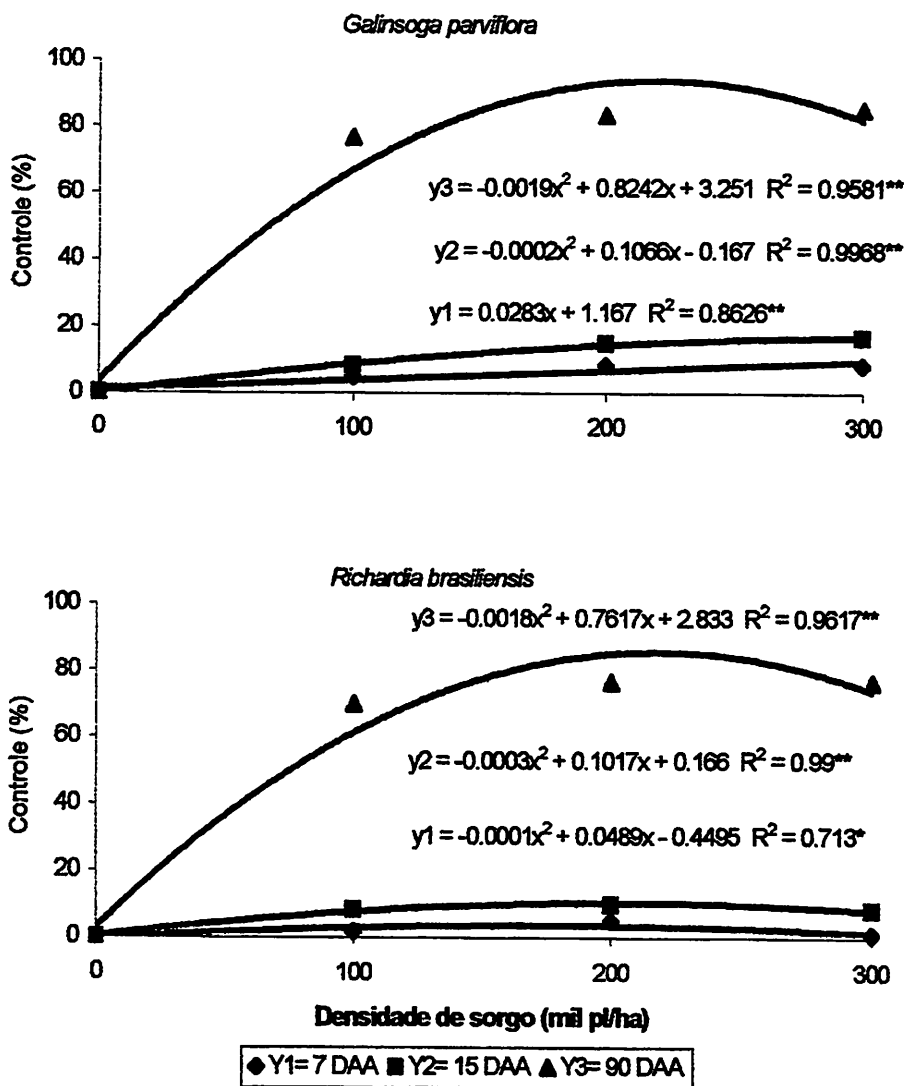


FIGURA 7. Densidade de semeadura de sorgo (resíduos em cobertura) no controle de *Galinsoga parviflora* e *Richardia brasiliensis* aos 7, 15 e 90 DAA, na cultura da soja. Lavras-MG, 1999.

Ocorreu interação entre os fatores doses de imazamox e densidade de plantio de sorgo no controle de ambas as espécies, *R. brasiliensis* e *G. parviflora*, ao final do ciclo da cultura (pré-colheita, 90 DAA) (Tabela 6A). Pelo contraste da Tabela 8, verificou-se que os efeitos dos resíduos de sorgo foram inferiores aos efeitos dos resíduos de *B. plantaginea* no controle, nas três datas de avaliação, provavelmente devido à melhor uniformidade de cobertura do solo dos resíduos de *B. plantaginea*.

Pela Figura 8, verificou-se que na ausência de imazamox (dose 0), o controle de ambas as plantas daninhas aumentou à medida que se aumentou a quantidade de resíduos de sorgo em cobertura, enquanto que, nas demais doses de imazamox (10, 20 e 30 g.ha⁻¹), as densidades de sorgo não mostraram efeitos sobre o controle das plantas daninhas, ou seja, os resíduos de sorgo não tiveram efeitos sobre a ação do imazamox.

Nas densidades de 0, 100 e 200 mil pl.ha⁻¹, o controle das espécies aumentou com o aumento das doses de imazamox, entretanto, quando se utilizou a densidade de 300 mil pl.ha⁻¹, verificou-se, pela equação, que o melhor controle ocorreu entre as doses de 15 e 20 g.ha⁻¹, para ambas as espécies. A partir das respectivas doses, ocorreu tendência de queda no controle com o aumento das densidades de sorgo.

Verificou-se maior eficiência no controle de *G. parviflora* e *R. brasiliensis* (99 e 92%, respectivamente), utilizando-se a maior dose de imazamox juntamente com a densidade de 100 mil pl.ha⁻¹.

TABELA 8. Contraste dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais relativos à porcentagem de controle¹ de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* na cultura da soja aos 7, 15, e 90 dias após a aplicação (DAA) de imazamox. Lavras-MG, 1999.

Tratamentos	Médias (<i>Richardia brasiliensis</i>)			Médias (<i>Galinsoga parviflora</i>)			Contrastes ² Y(1)**
	7	15	90	7	15	90	
0	22,5046	32,8311	50,7061	22,8151	32,2891	53,2612	0
100 mil pl.ha ⁻¹	23,7883	38,9979	63,0067	27,4762	43,7576	69,9002	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	30,7592	43,5136	67,9742	29,6267	46,3104	75,7081	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	24,5090	40,1838	65,7508	31,2970	45,4672	75,5500	-1
T. Capinada	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	0
T. <i>B. plantaginea</i>	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	3

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Y(1) = comparação dos tratamentos com palha de *Brachiaria plantaginea* contra os tratamentos com palha de sorgo.

1 – Médias transformadas: Arco seno da raiz quadrada de x/100

2 – Contraste Y(1) significativo a 1% para as 3 épocas avaliadas e ambas espécies de plantas daninhas.

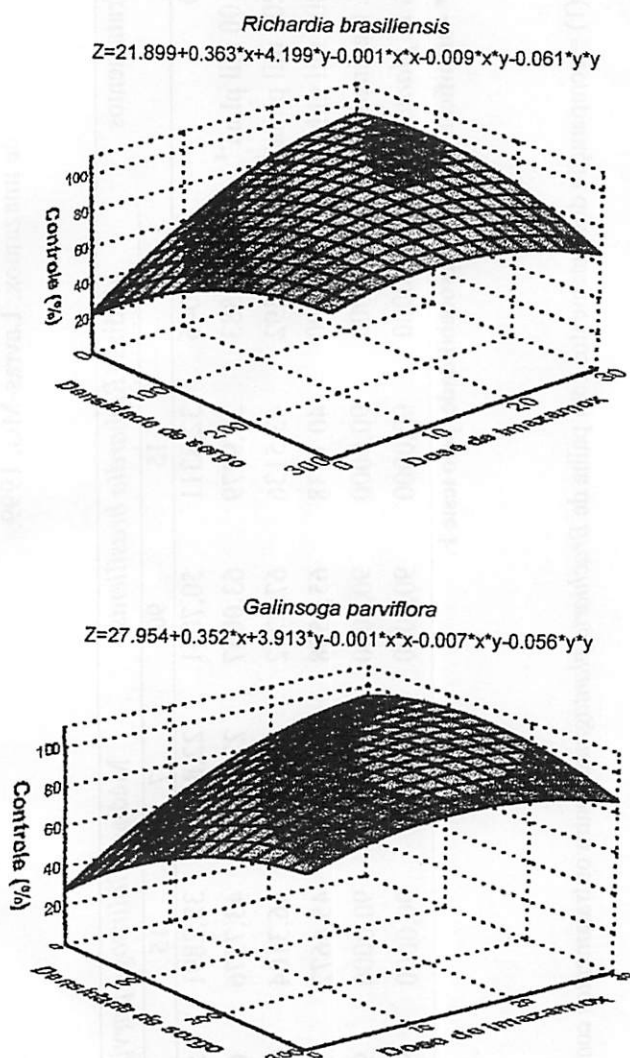


FIGURA 8. Interação dos efeitos das densidades de sorgo e doses de imazamox no controle de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* aos 90 DAA de imazamox, na cultura da soja. Lavras-MG, 1999.

CONCLUSÕES

Os efeitos dos resíduos de sorgo em cobertura morta, quando dessecado aos 60 dias após a emergência, afetaram negativamente a altura da planta e o rendimento de grãos da soja, cultivar Garimpo.

Os resíduos de *Brachiaria plantaginea* como cobertura morta não afetaram a altura de planta, bem como o rendimento de grãos da soja.

Os resíduos de sorgo contribuíram para o controle das espécies *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* e tiveram melhores resultados, isoladamente, na densidade de 200 mil plantas por hectare.

Embora tenham ocorrido sintomas de fitotoxicidade para todas as doses aplicadas, o imazamox, mesmo a 30 g.ha^{-1} , não afetou o rendimento de grãos da soja.

O imazamox foi eficaz no controle de *Galinsoga parviflora* e *Richardia brasiliensis*, a partir das doses de 20 g.ha^{-1} .

As melhores interações no controle de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* ocorreram quando se utilizaram 30 g.ha^{-1} de imazamox com densidade de sorgo de 100 e 200 mil plantas por hectare, assim os resíduos de sorgo não contribuíram para o aumento de controle das plantas daninhas quando se utilizou o imazamox.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas daninhas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALMEIDA, F.S. A defesa das plantas: alelopatia. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.11, n.62, p.40-46, mar. 1990.
- ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.221-236, fev. 1991.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Plantio direto. Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina, IAPAR, 1985. 468p. Plantio direto, p.341-399.
- ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 173p. (Tese-Doutorado em Agronomia)
- BARBOSA, T.M.L. **Potencial alelopático do sorgo "BR007A" sobre a alface "AG549"**. Viçosa: UFV, 1996. 64p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia)
- BARNES, J.P.; PUTNAM, A.R. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). **Weed Science**, Champaign, v.34, p.384-390, 1986.

- BARNES, J.P.; PUTNAM, A.R. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.13, p.889-905, 1987.
- BARNES, J.P.; PUTNAM, A.R.; BURKE, B.A.; AASEN, A.J. Isolation and characterization of allelochemicals in rye (*Secale cereale*) shoot tissue. **Phytochemistry**, Oxford, v.26, p.1385-1390, 1986.
- BEN-HAMMOUDA, M.; KREMER, R.J.; MINOR, H.C. Phytotoxicity of extracts from sorghum plant compounds on wheat seedling. **Crop Science**, Madison, v.35, n.6, p.1652-1656, 1995.
- BEN-HAMMOUDA, M.; KREMER, R.J.; MINOR, H.C.; SARWAR, M. A chemical basis for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.21, n.6, p.775-786, 1995.
- BHOWMIK, P.C.; DOLL, J.D. Allelopathic effects of annual weeds residues on growth and nutrient uptake of corn and soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.383-388, 1984.
- CARVALHO, F.T.; DURIGAN, J.C. Integração de práticas culturais e redução da dose de bentazon na cultura da soja, **Plantas Daninhas**, Brasília, v.13, n.1, p.46-49, 1995.
- CHANG, M.; NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G.; LYNN, D.G. Chemical regulation of distance: characterization of the first natural host germination

stimulant for *Striga asiatica*. **Journal of the American Chemistry Society**, Washington, v.108, n.24, p.7858-7860, 1986

CHRISTEN, O.; LOVETT, J.V. Effects of a short-term p-hydroxybenzoic acid application on grain yield and components in different tiller categories of spring barley. **Plant and Soil**, The Hague, v.151, n.2, p.279-286, 1993.

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

CONSTANTIN, J.; CONTIERO, R.L.; DEMEIS, M.; ITA, A.G.; MACIEL, C.D. de G. Controle de *Euphorbia heterophylla* e fitotoxicidade dos herbicidas imazamox e imazethapyr na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Resumos... Viçosa : SBCPD, 1997. p.65.

CORTEZ, M.G. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, desenvolvimento e qualidade de sementes de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Lavras : ESAL, 1991. 88p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL. Sweeper® : herbicida, 1997. 25p. (Boletim técnico).

DUARTE, N. de F.; SILVA, J.B. da ; ARCHANGELO, E.R.; OLIVEIRA, J.R. de. Avaliação de imazethapyr e imazamox no controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA

CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...**
Viçosa : SBCPD, 1997. p.77.

EINHELLIG, F.A. Mecanisms and modes of action of allelochemicals. In:
Putnam, A.R.; Tang, C.S. **The science of allelopathy**, New York: John e
Sons, 1986. 317p.

EINHELLIG, F.A.; LEATHER, R.G. Potentials for exploiting allelopathy to
enhance crop production. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.14,
n.10, p.1829-1844,1988.

EINHELLIG, F.A.; RASMUSSEN, J.A. Prior cropping with grain sorghum
inhibits weeds. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.15, n. 3, p.951-
960, 1989

EINHELLIG, F.A.; RASMUSSEN, J.A.; HEJL, A.M.; SOUZA,I.F. effects of
root exudate sorgoleone on photosynthesis. **Journal of Chemical Ecology**,
Dakota, v.19, n.2, p.369-375, 1993.

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

FAY, P.K.; DUKE, W.B. An assessment of allelopathic potential in avena
germplasm. **Weed Science**, Champaign, v.25, p.224-228, 1977.

FERREIRA, M.L. **Síntese e avaliação da atividade herbicida de quinonas.**
Viçosa : UFV, 1998. 151p. (Dissertação – Mestrado em Agroquímica)

- FORNAROLLI, D.A.; CHEHATA, A.N.; CAETANO, E. Eficácia agrônômica do imazethapyr em diferentes doses e estádios da *Euphorbia heterophylla* após a emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Resumos... Viçosa : SBCPD, 1997. p.84.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M. Phenolic acids in, Oats, Wheat, Sorghum, and Corn residues an their phytotoxicity. *Agronomy Journal*, Lincoln, v.58, n.2, p.303-304, May/June. 1966.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M.; NORSTADT, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. *Agronomy Journal*, Lincoln, v.59, p.163-164, Mar./Apr. 1967.
- HALLAK, A.M.G. efeito de exsudatos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) sobre a divisão celular e anatomia de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras : UFLA, 1995. 59p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- HAUCK, C.; MULLER, S.; SCHILDKNECHT, H.A. A germination stimulat for parasitic flowering plants from *Sorghum bicolor*, a germine host plant. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v.139, p.474-478, 1992.
- HEJL, A.M.; EINHELLIG, F.A.; RASMUSSEN, J.A. Effects of juglone on growth, photosynthesis, and respiration. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.19, n.3, p.559-568, 1993.
- HESS, D.E.; EJETA, G.; BUTLER, L.G. Selecting sorghum genotypes expressing a quantitative biosynthetic trait that confer resistance to striga. *Phytochemistry*, Oxford, v.31, n.2, p.493-497, 1992.

- KAWAGUCHI, I.T.; ALVES, P.L.C.A.; KUVA, M.A.; MATOS, J.D.; LUVARGHI, H. Avaliação da eficiência agrônômica do imazamox e do imazethapyr no controle de uma comunidade de plantas infestantes na cultura da soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Resumos... Viçosa: SBCPD, 1997. p.96.
- KLINGMAN, T.E.; KING, C.A.; OLIVER, L.R. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. *Weed Science*, Champaign, v.40, n.2, p.227-232, 1992.
- KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja e feijão, após oito anos de plantio direto. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 179p. (Tese – Doutorado em Agronomia)
- LEHLE, F.R.; PUTNAM, A.R. Allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor*). Isolation of seed germination inhibitors. *Journal of Chemical Ecology*, Dakota, v.9, n.8, p.1223-1234, 1983.
- MEDEIROS, A.R. Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas. Piracicaba : ESALQ/USP, 1989. 92p. (Tese – Doutorado em Agronomia).
- MWAJA, V.N.; MASIUNAS, J.B.; WESTON, L.A. effects of fertility on biomass. Phytotoxicity, and allelochemical content of cereal rye. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.21, n.1, p.81-96, 1995.

- NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G. Root of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Science**, Madison, v.26, p.775-778, July/Aug. 1986.
- NETZLY, D.H.; RIOPEL, J.L.; EJETA, G.; BUTLER, L.G. Germination stimulants of Witchweed (*Striga asiatica*) from hydrophobic root exudate of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Weed Science**, New York, v.36, p.441-446, 1988
- NIMBAL, C.I.; PEDERSEN, J.F.; YERKES, C.N.; WESTON, L.A.; WELLER, S.C. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germoplasm. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.44, n.5, p.1343-1347, 1996.
- OVERLAND, L. The role of allelopathic substances in "Smother crops" barley. **American Journal Botany**, Miami, v.53, p.423-432, 1966.
- PANASIUK, O.; BILLS, D.D.; LEATHER, G.R. Allelopathic influence of sorghum on weeds during germination and development of seedling. **Journal of Chemical Ecology** New York, v.12, n.6, p.1533-1543, 1986
- PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 19., 1995, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: SBPD, 1995. p.5-12.
- PUTNAM, A.R. Allelochemicals from plants as herbicides. **Weed technology**, Champaign, v.2, p.510-518, 1988.

- PUTNAM, A.R.; DEFRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**, Oxford, v.2, p.173-181, 1983.
- PUTNAM, A.R.; NAIR, M.G.; BARNES, J.P. Allelopathy: a viable weed control strategy. **UCLA Symposium of Molecular Cell Biology**, New York, v.112, p.317-322, 1990.
- RASMUSSEN, J.A.; HEJL, A.M.; EINHELLIG, F.A.; THOMAS, J.A. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **Journal of Chemical Ecology**, Dakota, v.18, n.2, p.197-207, 1992.
- REZENDE, A.M. de. **Eficácia e seletividade dos herbicidas imazethapyr e flumyoxazin na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Jaboticabal : FCAV/UNESP, 1995. 105p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2 ed. Orlando : Academic Press, 1984. 422p.
- RICH, E.L. Quinone binding sites of membrane proteins as targets for inhibitors. **Pesticide Science**, Oxford, v.47, p.284-296, 1996.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: 1995. 675p.
- SANTOS, O.G. **Alelopatia de genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) em sistemas de cultivo de hortaliças**. Brasília : UnB, 1996. 27p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)

- SIAME, B.A.; WEERASURIYA, Y.; WOOD, K.; EJETA, G.; BUTLER, R.G.
Isolation of strigol, a germination stimulat for *Striga asiatica*, from host plant. **Journal of the American and Food Chemistry**, Washington, v.41, n.9, p.1486-1491, 1993
- SOUZA, C.N. **Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas.**
Lavras : UFLA, 1996. 37p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- SOUZA, I.F. **Manejo integrado de plantas daninhas e ação de herbicidas.**
1999, 63p. (Apostila).
- SWAIN, T. Secondary compounds as protective agents. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.28, p.479-501, 1977.
- TANG, C.S. Continuous trapping thecniques for the study of allelopathy from higher plants, In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. (eds). **The Science of allelopathy**, New York, 1986, 317p.
- THIOBOLDEAUX, R.L.; LINDROTH, R.L.; TRACY, J.W. Differential toxicity of juglone (5-hidroxi-1,4-naphthoquinone) and related naphthoquinones to saturniid manths. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.20, n.7, p.1631-1641, 1994.
- VASCONCELLOS, C.A.; CAMPOLINA, D.C.A.; SANTOS, F.G.; PITTA, G.V.E.; MANIEL, I.E. Influência de resíduos culturais de sorgo no desenvolvimento vegetativo da soja. In: CONGRESSO NAICONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. **Resumos expandidos...** Recife, 1998. (CD-ROM).

- VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R.A. Vidal, 1997. 165p.
- WAX, L.M.; BERNARD, R.L.; HAYES, R.M. Response of soybean cultivars to bentazon, bromoxynil, chloroxuron and 2,4-D. **Weed Science**, Champaign, v.22, n.1, p.35-41, 1974.
- WEERASURIYA, Y.; SIAME, B.A.; HESS, D.; EJETA, G. Influence of conditions and genotypes on the amount of striga germination stimulants exudate by roots of several host crops, **Journal of the American and Food Chemistry**, Washington, v.41, n.9, p.1492-1496, 1993.
- WESTON, L.A.; GONZÁLES, V.M. Sorgoleone: A Photosystem II inhibitor produced by *Sorghum bicolor*. **Hortscience**, Minnesota, v.29, n.5, p.538, 1994
- WESTON, L.A.; NIMBAL, C.I.; CZARNOTA, M.A. Activity and persistence of sorgoleone, a long-chain hydroquinone produced by *Sorghum bicolor*. BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: Weeds. In: **Proceedings...** Brighton, UK, 1997. v.2, p.509-516.
- ZAGONEL, J. Controle de plantas daninhas na cultura da soja com oxasulfuron e as misturas oxasulfuron + imazethapyr e oxasulfuron + imazamox. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Viçosa: SBCPD, 1997. p.142.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo dos resultados das análises de solo das áreas experimentais do Departamento de Agricultura (local 1) e do Departamento de Engenharia (local 2) da Universidade Federal de Lavras no ano agrícola 1998/99. Lavras-MG, 1999.	63
FIGURA 1A	Dados relativos às condições climáticas na Universidade Federal de Lavras durante a condução do experimento entre Agosto de 1998 e Abril de 1999. Lavras-MG, 1999.	64
TABELA 2A	Produção de matéria seca de sorgo, cultivar BR-303 e <i>Brachiaria plantaginea</i> , dessecados aos 60 após a emergência. Lavras-MG, 1999.	65
TABELA 3A	Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à toxicidade da planta de soja aos 7, 15 e 30 dias após aplicação (DAA) do imazamox. Lavras-MG, 1999.	65
TABELA 4A	Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à altura de planta aos 7, 15, 30 e 90 dias após aplicação (DAA) do herbicida. Lavras-MG, 1999.	66
TABELA 5A	Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à produção da soja, cultivar Garimpo. Lavras-MG, 1999.	66
TABELA 6A	Resumo da análise de variância dos tratamentos em fatorial e tratamentos adicionais, relativos à percentagem controle de <i>Richardia brasiliensis</i> e <i>Galinsoga parviflora</i> aos 7, 15 e 90 DAA do imazamox. Lavras-MG, 1999.	67

TÁBELA 1A. Resumo dos resultados das análises de solo das áreas experimentais do Departamento de Agricultura (local 1) e do Departamento de Engenharia (local 2) da Universidade Federal de Lavras no ano agrícola 1998/99. Lavras-MG, 1999.

Determinações				
Sigla	Descrição	Unidade	Local 1	Local 2
Al	Alumínio	Cmol/dm ³	0	0.0
Ca	Cálcio	Cmol/dm ³	2.5	2.6
Mg	Magnésio	Cmol/dm ³	0.6	0.7
K	Potássio	mg/dm ³	97	70
P	Fósforo (mel.)	mg/dm ³	15	4
.pH	Acidez (água)		5.5	5.7
H+Al	Ac. potencial	Cmol/dm ³	3.6	2.9
S.B.	Soma bases	Cmol/dm ³	3.3	3.5
.t	CTC efetiva	Cmol/dm ³	3.3	3.5
T	CTC (pH 7.0)	Cmol/dm ³	6.9	6.4
.m	Sat. Al		0.0	0.0
V	Sat. Bases		48	55
S-SO ₄	Enxofre	mg/dm ³	33.7	38.5
B	Boro	mg/dm ³	0.3	0.44
Cu(DTPA)	Cobre	mg/dm ³	1.5	
Zn(DTPA)	Zinco	mg/dm ³	2.7	0.8
Mn(DTPA)	Manganês	mg/dm ³	2.7	
Fe(DTPA)	Ferro	mg/dm ³	23.4	
C	Carbono	dag/Kg	1.66	1.82
M.O.	Mat. orgânica	dag/Kg	2.86	3.14
Ca/T		%	36	41
Mg/T		%	9	11
K/T		%	3.6	2.8
Ca/Mg			4.3	3.7
Ca/K			10	14
Mg/K			2.4	3.9
Classe textural				
	Argila	%	50	67
	Areia	%	23	10
	Silte	%	27	23

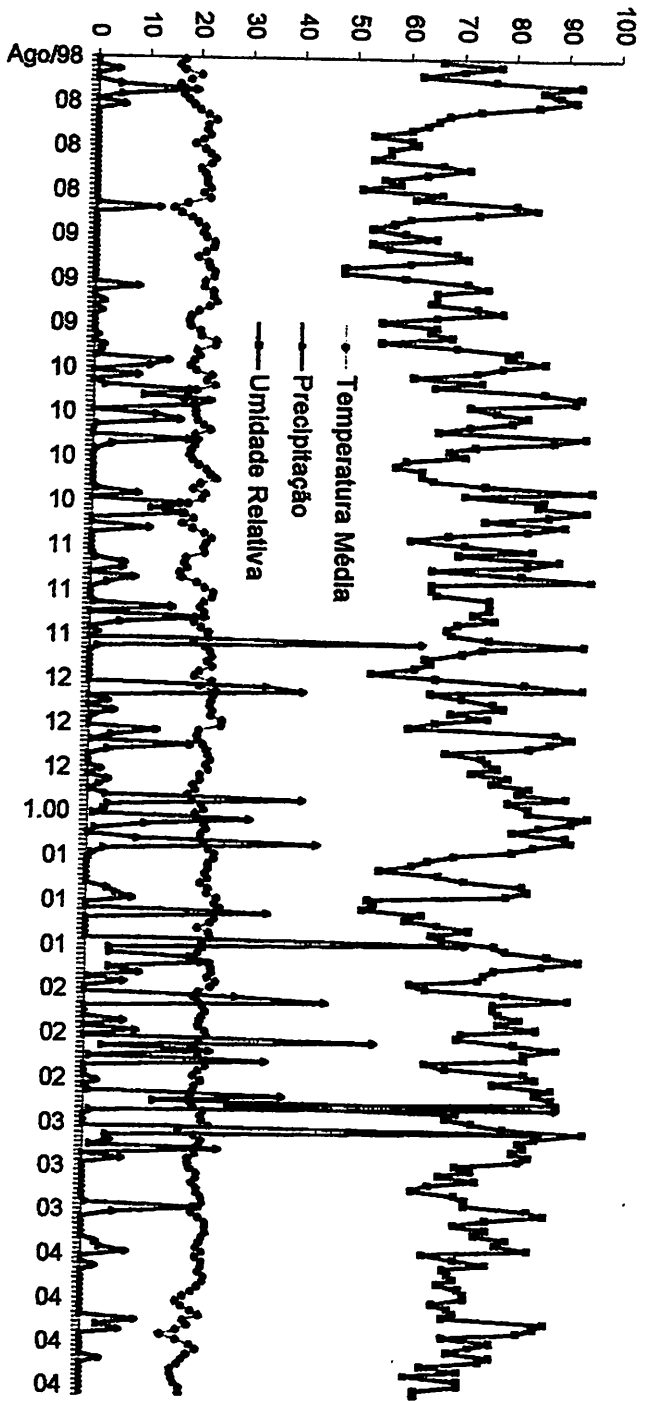


FIGURA 1A. Dados relativos às condições climáticas na Universidade Federal de Lavras durante a condução do experimento entre Agosto de 1998 e Abril de 1999. Lavras-MG, 1999.

TABELA 2A. Produção de matéria seca de sorgo, cultivar BR-303 e *Brachiaria plantaginea*, dessecados aos 60 após a emergência. Lavras-MG, 1999.

Sorgo	Densidade de plantio	Produção de matéria seca
	mil pl.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹
	0	-
	100	3,43
	200	4,63
	300	5,10
<i>B. plantaginea</i>	-	4,25

TABELA 3A. Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à toxicidade da planta de soja aos 7, 15 e 30 dias após aplicação (DAA) do imazamox. Lavras-MG, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios		
		7 DAA	15 DAA	30 DAA
Densidade	3	1.247,409**	800,786**	599,892**
Dose	3	179,001**	95,948*	21,961 ^{ns}
Densidade x Dose	9	31,170*	21,232 ^{ns}	17,446 ^{ns}
Tratamentos	17	495,728**	286,530**	193,944**
Fatorial x T. Adicinais.	1	3.867,616**	1.925,289**	1.197,235**
Capinada x <i>B. plantaginea</i>	1	0,000	64,394 ^{ns}	77,216 ^{ns}
Resíduo	68	14,000	25,883	30,771
CV (%)		22,11	35,68	46,41

** , * - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 4A. Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à altura de *planta* aos 7, 15, 30 e 90 dias após aplicação (DAA) do herbicida. Lavras-MG, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios			
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	90 DAA
Densidade	3	61,205**	106,181**	386,038**	721,288**
Dose	3	9,115	6,403	4,122	11,566
Tratamentos	17	26,900**	43,711**	109,290**	214,651**
Fat. x trat. Adicionais	1	205,14**	345,042**	493,530**	1.259,08*
Cap. x <i>B. plantaginea</i>	1	14,080	30,083	96,330	2,083
Resíduo	68	9,759	11,781	44,831	49,693
CV (%)		12,49	11,00	12,00	8,30

** ,* - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 5A. Resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais, relativos à produção da soja, cultivar Garimpo. Lavras-MG, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios
Densidade	3	2,958**
Dose	3	0,053
Dose x Densidade	9	0,273*
Tratamentos	17	0,798**
Fat. x trat. Adicionais	1	2,066**
Capinada x <i>B. plantaginea</i>	1	0,009
Resíduo	68	0,134
CV (%)		18,50

** ,* - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 6A. Resumo da análise de variância dos tratamentos em fatorial e tratamentos adicionais, relativos à porcentagem controle¹ de *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* aos 7, 15 e 90 DAA do imazamox. Lavras-MG, 1999.

FV	GL	QM <i>Richardia brasiliensis</i>			QM <i>Galinsoga parviflora</i>		
		7	15	90	7	15	90
Densidade (mil pl.ha ⁻¹)	3	161,981**	239,092**	714,228**	162,081**	511,939**	1.290,805**
Dose (g.ha ⁻¹)	3	2.770,130**	5.415,852**	1.737,041**	1.812,321**	5.277,259**	2.383,689**
Densidade x Dose	9	53,379	36,124	685,213**	60,149	107,157**	701,774**
Densid (Dose 0)	3	-	-	2.715,43**	-	-	3.212,50**
(Dode 10)	3	-	-	24,53	-	-	17,47
(Dode 20)	3	-	-	6,97	-	-	90,17
(Dode 30)	3	-	-	22,90	-	-	75,90
Dose (Densid 0)	3	-	-	3.491,80**	-	-	3.878,60**
(Densid 100)	3	-	-	132,75**	-	-	111,73
(Densid 200)	3	-	-	112,40**	-	-	284,67**
(Densid 300)	3	-	-	55,67*	-	-	213,70*
Tratamentos	17	1.855,313**	1.836,848**	1.043,597**	1.593,874**	1.802,500**	1.166,939**
Fat. x T. Adicionais	1	22.263,575**	13.936,471**	4.220,419**	20.631,217**	12.310,493**	2.498,514**
Cap. x <i>B. plantaginea</i>	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resíduo	34	34,961	21,235	12,668	29,786	29,739	36,543
CV (%)		18,16	10,34	5,48	15,72	11,53	8,54

** , *- significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

1 - Dados transformados: Arco seno da raiz quadrada de x/100.