

**CLÉBER NASCIMENTO DE SOUZA**

**EXTRAÇÃO E AÇÃO DE SORGOLEONE SOBRE O  
CRESCIMENTO DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia para a obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

Dr. Itamar Ferreira de Souza

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1996**

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA**

Souza, Cléber Nascimento de

Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas / Cléber  
Nascimento de Souza. -- Lavras: UFLA, 1996.

37 p. : il.

Orientador: Itamar Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Sorgo granífero. 2. Alelopatia. 3. Planta - Crescimento. 4. Sorgoleone.  
5. Raiz. 6. Exsudação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

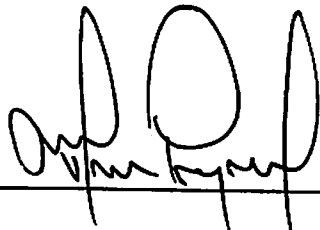
CDD-633.1743

**CLÉBER NASCIMENTO DE SOUZA**

**EXTRAÇÃO E AÇÃO DE SORGOLEONE SOBRE O  
CRESCIMENTO DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia para a obtenção do título de "Mestre".

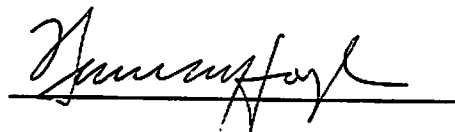
APROVADA em 30 de agosto de 1996



**Prof. Dr. Moacir Pasqual**



**Prof. Dr. Márcio Bastos Gomide**



**Prof. Dr. Itamar F. de Souza**

**À DEUS**

**FONTE DE FORÇA E SABEDORIA**

**OFEREÇO**

**Aos meus pais, Moacir e Climene, que sempre estiveram ao meu lado, me incentivando e apoiando em todos os momentos de minha vida.**

**Aos meus irmãos Eugênio, Márcia, Mara, Meire, Mônica e Elton pelo apoio ao longo desta caminhada.**

**A minha cunhada Nelma e aos cunhados, Leonardo e Antônio Josino pelo incentivo e amizade.**

**À minha noiva Lilian que sempre esteve ao meu lado com seu carinho, compreensão, paciência e dedicação.**

**Aos amigos**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), coordenadoria do Curso de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (EPAMIG), pela contribuição nos trabalhos realizados.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Itamar Ferreira de Souza, pela orientação, convívio, amizade e ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho.

Aos professores Moacir Pasqual e Amauri Alves Alvarenga pela co-orientação deste trabalho e pela amizade.

Ao professor Wellington Carvalho pelos ensinamentos, amizade e pela preciosa colaboração prestada.

Aos professores do Departamento de Química, em especial a Maria das Graças Cardoso e Custódio Donizete Santos pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos pesquisadores Francisco Nogueira (EMBRAPA) e Elifas N. de Alcântara (EPAMIG), pelo exemplo profissional, amizade e disponibilidade.

A colega Angela M. G. Hallak pela amizade e companheirismo.

Aos colegas André, Maurício e Alberto pelas sugestões apresentadas.

Ao integrantes do grupo de estudo em plantas daninhas (GEPD) pelo apoio e companheirismo durante esta caminhada.

A todos os colegas do curso de pós-graduação pela convívio e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia em especial ao Tanhan, Evaristo e Ana Hortência pelo trabalhos prestados.

Aos funcionários do Departamento de Solos , Manoel, Humberto e Ana Maria pela amizade e a colaboração no decorrer da dissertação.

Aos funcionários do laboratório de cultura de tecidos, Vantuil e Evaldo pela colaboração prestada.

A todos os funcionários da EPAMIG pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, pela atenção e correção das referências bibliográficas.

A D. Lúcia, Sr. Francisco, Maria Aparecida, Israel, Gustavo, Ana Lúcia e Francis pelo incentivo e amizade .

À Cyanamid Química do Brasil Ltda pela colaboração na impressão das Teses.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram, de algum modo, para o êxito deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

CLÉBER NASCIMENTO DE SOUZA, filho de Moacir Olímpio de Souza e Climenea Andrade do Nascimento Souza, é natural de Prados, Minas Gerais.

Concluiu o primeiro grau na E. E. Dr. Viviano Caldas, em Prados e o segundo grau no Colégio São João, em São João Del Rei.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, em dezembro de 1993.

Em março de 1994, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, pela Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em agosto de 1996.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 Conceito de Alelopatia.....	2
2.2 Sorgoleone: descoberta e estrutura química.....	3
2.3 Interação de sorgo com outras espécies.....	5
2.4 Liberação de aleloquímicos pelos vegetais.....	8
2.5 Modo de ação e efeito de sorgoleone.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Extração de sorgoleone.....	12
3.2 Diluição do sorgoleone.....	13
3.3 Bioensaios utilizando soja, feijão, trigo e caruru como plantas testes.....	13
3.4 Bioensaio utilizando a batata doce em cultura "In vitro" como planta teste.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Germinação das sementes de sorgo e produção de SGL.....	16
4.2 Quantidades de sorgoleone coletadas.....	17
4.2.1 Efeito de sorgoleone sobre plantas de soja.....	18
4.2.2 Efeito de sorgoleone sobre plantas de feijão.....	20
4.2.3 Efeito de sorgoleone sobre plantas de trigo.....	21
4.2.4 Efeito de sorgoleone sobre plantas de caruru.....	23
4.2.5 Efeito de sorgoleone sobre segmentos nodais de batata doce em cultura "In Vitro.".....	25
5 CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
ANEXO.....	33



## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Quantidades de SGL coletada no experimento de potencial alelopático de sorgo (var. BR-601) sobre o desenvolvimento de plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1995.....	17
2	Efeitos de SGL sobre peso de matéria seca (g) de raiz e parte aérea de soja. UFLA. Lavras-M.G.,1996.....	20
3	Efeitos de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea de feijão. UFLA. Lavras-M.G.,1996.....	20
4	Efeito de pH nas soluções de SGL sobre comprimento (cm) de raiz e parte aérea de segmentos nodais de batata doce. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	27
5	Efeito de SGL sobre segmentos nodais de batata doce, para peso (g) de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea.UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	27

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estrutura química do sorgoleone.....	4
2	Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre a soja, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	18
3	Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca da parte aérea de plantas de soja. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	19
4	Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o feijão, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	21
5	Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o trigo, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	22
6	Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea no desenvolvimento de plantas de trigo. UFLA. Lavras-MG, 1996.....	23
7	Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o caruru, obtidos no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	24
8	Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea no desenvolvimento de plantas de caruru. UFLA. Lavras-M.G., 1996.....	25
9	Efeito de SGL sobre comprimento (cm) de raiz e parte aérea de segmentos nodais de batata doce. UFLA, Lavras-M.G., 1996.....	26

## RESUMO

SOUZA, Cléber Nascimento de. **Extração e ação de exsudatos de raiz de sorgo (*Sorghum bicolor*) sobre plantas**. Lavras: UFLA, 1996. 37p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)\*

Foram instalados experimentos em casa de vegetação e laboratório de 1994 a 1996, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o objetivo de avaliar o efeito alelopático do exsudato da raiz de sorgo (*Sorghum bicolor*), denominado sorgoleone (SGL), sobre plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*), soja (*Glycine max*), trigo (*Triticum aestivum*), caruru (*Amaranthus retroflexus*) e batata doce (*Ipomoea batatas*). Sorgoleone, principal produto coletado através de cloreto de metileno e ácido acético, foi extraído das raízes de sorgo, variedade BR-601, aos 7 dias após a semeadura em placa de Petri e armazenado em geladeira. Concentrações de SGL de 0,01; 0,05 e 0,10 mM foram testadas tendo como solvente solução de Hoagland a 50% e Murashig e Skoog (1962). Um tratamento com a solução de Hoagland e um com Murashig e Skoog "MS" (1962) sem SGL foram usadas como testemunhas. As plantas de feijão, soja, trigo e caruru foram desenvolvidas em vermiculita por sete dias em casa de vegetação. Após este período, foram transplantadas para frascos de 200 ml, com suas raízes imersas nas soluções, deixadas por mais sete dias e então avaliadas através de avaliações visuais e peso da matéria seca de raízes e parte aérea. Para a batata doce foi conduzido um experimento no laboratório de cultura de tecidos, onde colocou-se as gemas em tubos de ensaio em solução de "M S".

---

\* Orientador: Itamar Ferreira de Souza. Membros da banca: Moacir Pasqual e Márcio Bastos Gomide

O sorgo exsudou em média 2,84 mg de SGL por grama de peso da matéria seca de raízes, sob condições de luz e temperatura ambiente. O feijão mostrou menor sintoma de fitotoxicidade, devido a aplicação do SGL, enquanto que o caruru foi o mais afetado. Para o feijão, não observou-se diferença significativa entre os tratamentos para pesos secos de raiz e parte aérea, mas apenas uma tendência de resposta, inversamente proporcional às concentrações de SGL. A parte aérea da soja e trigo mostraram respostas ao SGL. Concentrações de 0,01 mM causaram reduções no peso da matéria seca do trigo. Para o sistema radicular, concentrações iguais ou superiores a 0,05 mM foram necessárias para reduzir o peso da matéria seca. O caruru apresentou sintomas semelhantes ao trigo, porém de forma mais acentuada, onde a concentração de 0,10 mM causou a morte da planta. A batata doce mostrou-se sensível às concentrações de SGL. Concentrações de até 0,044 mM estimulou o crescimento da raiz e até 0,040 mM estimulou a parte aérea. A partir destas concentrações até 0,10 mM houve inibição do crescimento de segmentos nodais de batata doce. Soluções de SGL em meio "MS" no pH 6,5 foram mais inibitórias para o peso de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea de batata doce do que nas mesmas concentrações em pH 5,7.

## SUMMARY

### EXTRACTION AND ACTION OF SORGHUM ROOT EXUDATES (*Sorghum bicolor*) UPON PLANTS.

Experiments in greenhouse and laboratory were set up in 1994 / 1996, at the Lavras Federal University (UFLA), with the aim of evaluating the allelopathic effect of sorghum (*Sorghum bicolor*) root exudate, sorgoleone (SGL) upon beans (*Phaseolus vulgaris*), soybeans (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum*), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). Sorgoleone, the main product collected through methylene chloride and acetic acid, was extracted from sorghum roots, variety BR-601, at the seventh day after sowing in Petri dish. Concentrations of 0.01; 0.05 and 0.10 mM of SGL were tested having as solvent 50% Hoagland's solution and Murashig Skoof's solution. A treatment with Hoagland's and Murashig Skoof's solution without SGL was used as checks. The seedlings of beans, soybeans, wheat and redroot pigweed were grown on vermiculite for seven days in greenhouse. After this period, they were transplanted to 200 ml flasks with their roots immersed in the solutions, left for another seven days. Visual symptoms of phytotoxicity and roots and above ground dry weight were evaluated. For sweet potatoes one experiment was conducted in the tissue culture laboratory, where buds were placed into test tubes in Murashig Skoof's solution. Seven

days old sorghum seedlings exudated, 2.84 mg per gram of root dry weight under conditions of light and environment temperature. The test species showed to be susceptible to SGL, where beans showed the lowest phytotoxicity index, while redroot pigweed was the most affected. There were no significant differences among the treatments for beans dry weight. It was found, however, that there was a response trend inversely proportional to the SGL concentrations. For soybeans, responses to SGL were observed for root and aerial part. On the contrary, SGL showed quite active on wheat, mainly upon aerial part, where even at concentrations of 0.01 mM there was a reduction in the dry weight. To the root system, concentrations equal or higher than 0.05 mM were needed to decrease the dry weight. Redroot piweed showed symptoms similar to wheat, but in a more marked way, where the concentration of 0.10 mM caused plant death. Sweet potatoes proved to be sensitive to the concentrations of SGL: concentrations up to 0.040 mM and 0.044 mM stimulated aerial part and root growth, respectively. From these concentrations up to 0.10 mM, there was an inhibition of growth. Sorgeleone solutions in M.S. medium at pH=6.5 were more inhibitory to dry and fresh weight of root and aerial part than the same concentrations at pH=5.7.

## 1 INTRODUÇÃO

Inúmeros produtos químicos são exsudados pelas plantas, geralmente em pequenas quantidades, alguns dos quais com características alelopáticas, podendo inibir ou estimular o crescimento de outras espécies de plantas, e às vezes, da mesma espécie. A planta de sorgo (*Sorghum bicolor*) apresenta estas características alelopáticas, que são verificadas através da exsudação de compostos químicos dos pêlos radiculares.

Os compostos químicos encontram-se presentes nas sementes, raízes, caules ou colmos, folhas e ramos das plantas em quantidades variáveis. A liberação desses compostos no meio ambiente ocorre através da volatilização, lixiviação, exsudação pelas raízes e decomposição de resíduos vegetais.

Uma das formas mais eficazes de utilização do sorgo como fonte de aleloquímicos, para o controle de plantas daninhas, é a permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo, que promoverá uma boa cobertura, controlando a erosão e, principalmente, reduzindo a infestação de plantas daninhas, tendo maior eficácia do que quando incorporados ao solo (Guenzi, McCalla e Norstad, 1967; Putnam e Lehle, 1983).

Os objetivos deste trabalho foram testar a ação alelopática de exsudatos de raízes de sorgo sobre plantas e conhecer as concentrações destes exsudatos mais efetivas para as diferentes espécies testadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Conceito de alelopatia

O termo alelopatia foi criado por Molish em 1937, para caracterizar qualquer efeito causado direta ou indiretamente por um organismo sobre outro, através da liberação de substâncias químicas por ele elaborado, num ecossistema.

Segundo Rice (1984), entende-se por alelopatia a liberação de substâncias químicas no ambiente comum por um organismo as quais irão interagir com outro organismo presente no meio, inibindo ou estimulando o seu crescimento e ou desenvolvimento podendo ocorrer entre microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas, e entre plantas daninhas e plantas cultivadas.

Os efeitos prejudiciais dependem dos compostos químicos liberados no ambiente pelos organismos doadores. Medeiros (1989), ressalva que a alelopatia pode ser separada de outros mecanismos de interferência, como a competição, a qual significa a retirada ou redução de algum fator de crescimento do ambiente que é requerido por outra planta, no mesmo ecossistema.

A alelopatia na agricultura é conhecida há muito tempo pelos agricultores, os quais referiam-se a ela como “cansaço das terras”. Estes agricultores deixavam suas áreas em pousio para reduzir a incidência de insetos nocivos, doenças e plantas daninhas, restaurar a fertilidade do



solo e também eliminar os efeitos alelopáticos conhecidos como “doença da terra” (Almeida, 1988).

As interações que se desencadeiam entre os indivíduos das comunidades Muller (1966) deu o nome de interferências.

Este termo é muito lato e engloba vários mecanismos que Szczepanski (1977) diferenciou em alelospolia, alelopatia e alelomeadiação. Definiu alelospolia ou competição como a interferência causada pelos organismos ao retirarem do ambiente elementos, tais como água, nutrientes e luz, baixando seu teor a níveis que prejudiquem o desenvolvimento normal de outros. Alelopatia, à provocada pela introdução de substâncias químicas por eles elaboradas que afetam elementos da comunidade. Alelomeadiação ou interferências indiretas, às que alteram o ambiente físico ou biológico com reflexos nos seres vizinhos, como é o caso da alimentação seletiva dos herbívoros.

## **2.2. Sorgoleone : descoberta e estrutura química**

Sorgoleone, é um exsudato da raiz de sorgo, que foi descoberto por Dr. Buttler (1986), na Universidade de Purdue, U.S.A. (Einhellig e Rasmussen, 1989). Os exsudatos das raízes de sorgo contêm p- benzoquinonas hidrofóbicas denominadas sorgoleones (Einhellig e Souza, 1992).

Quando palha de sorgo é incorporada ao solo onde serão plantados outros cereais, um efeito nocivo é quase sempre observado, o qual é mostrado através de uma pobre condição vegetativa nos primeiros estágios de crescimento. Este efeito poderia ser devido a duas causas : a primeira, o sorgo exsuda substâncias tóxicas no solo e, a segunda, o sorgo extrai do solo algum nutriente ao crescimento do cereal.

Segundo descrição de Rasmussen e Hejl (1992), exsudatos de raízes de sorgo contêm vários produtos biológicos, tanto hidrofílicos como hidrofóbicos, que apresentam efeitos alelopáticos.

Netzly e Butler (1986), através de testes químicos e técnicas cromatográficas, como cromatografia de camada fina (HPLC), encontraram nos exsudatos hidrofóbicos, gotículas de pigmento amarelo cuja tonalidade variava de amarelo a vermelho púrpuro, dependendo do pH. Além dos pigmentos, encontraram também proteínas, lipídios, aminoácidos livres, fenóis e quinonas não identificadas. Estes autores constataram que das 25 cultivares de sorgo estudadas, todas exsudaram gotículas hidrofóbicas amarelas no ápice dos pêlos radiculares. Não houve diferença qualitativa nas gotículas de sorgo em 6 cultivares.

A identificação de aleloquímicos do sorgo como de outras plantas, é altamente desejável para possível implementação como herbicida específico para determinadas espécies ou reguladores de crescimento (Putnam e De Frank, 1983).

Segundo Netzly et al. (1988), os exsudatos de raiz de sorgo correspondem a : 2-hidroxy, 5-metoxy,3 [(8'Z, 11'Z)-8', 11', 14'- pentadecatriene ]- p-benzoquinone, o qual foi denominado de sorgoleone e cuja estrutura química encontra-se na Figura 1:

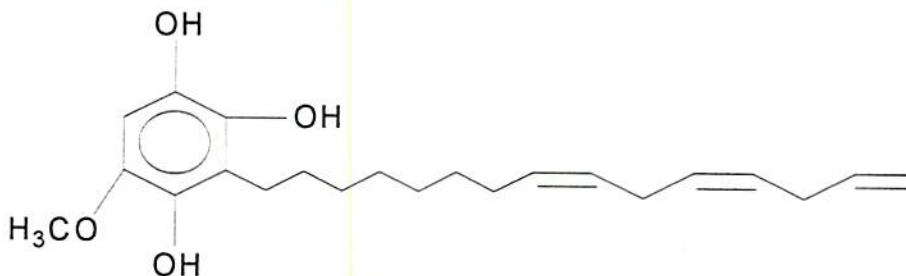


FIGURA 1. Estrutura química do sorgoleone.

O exsudato inicial consiste de hidroquinonas que se oxidam facilmente a quinonas mais estáveis (Einhellig e Souza, 1992). Sorgoleone após a oxidação, é o principal componente fitotóxico hidrofóbico, no exsudato da raiz (Einhellig e Rasmussen, 1989).

A forma ativa do sorgoleone foi constatada ser a de hidroquinona estável, que rapidamente oxida a quinona inativa (Siame et al., 1993).

Estudos desenvolvidos sobre os compocontidos nos exsudatos hidrofóbicos das raízes de sorgo e o comportamento da parasita obrigatório *Striga asiatica* (L. Kuntz) revelaram que um composto isolado de exsudatos hidrofóbicos das raízes, denominado de sorgoleone, é ativo como um potente estimulante de germinação de *Striga asiatica* (L.) (Chang et al., 1986; Netzly et al., 1988; Einhellig e Rasmussen, 1989 e Einhellig e Souza, 1992).

### 2.3. Interação de sorgo com outras espécie

Espécies de sorgo cultivadas têm uma história no manejo de plantas daninhas. Overland (1966) notou que o sorgo estava dentro daquelas culturas usadas como “smother crops” ou seja, competitivamente suprimem populações de plantas daninhas. Recentemente, Putnam e Lehle (1983) mostraram que *S. bicolor* e *S. sudanense* foram usados para controlar plantas daninhas em pomares.

Einhellig e Rasmussen (1989) observaram no nordeste do estado de Nebraska, Estados Unidos, que a cultura do sorgo pode reduzir a infestação de plantas daninhas do ano seguinte. A percentagem de cobertura do solo com plantas daninhas foi menor nas parcelas plantadas com sorgo no ano anterior que as parcelas plantadas com soja (*Glycine max*) ou milho (*Zea mays*). Os efeitos inibitórios do sorgo foram mais evidentes sobre as espécies de plantas daninhas de folhas largas que sobre as especies de folhas estreitas.

A eficiência do potencial alelopático do resíduo do sorgo, utilizado como cobertura morta, também foi constatada sobre populações de *Portulaca oleracea* e *Digitaria ischaemum* que tiveram reduções de 70% e 98%, respectivamente em seus crescimentos (Rice, 1984).

Einhellig e Rasmussen (1989) obtiveram dados de campo durante três anos e demonstraram que há redução do crescimento de plantas daninhas na aérea plantada com sorgo no ano anterior.

Putnam (1988) constatou que, após o cultivo do sorgo houve inibição de crescimento do alho (*Allium sativum*) em 67%, do repolho (*Brassica oleracea*) 26% e da couve-flor (*Brassica oleracea*) em 10%. Guenzi, McCalla e Norstad (1967) relataram que o extrato aquoso das sementes de sorgo promoveu efeito inibitório, ao passo que o do caule teve grande efeito inibitório sobre as plantas de trigo (*Triticum aestivum*) e milho (*Zea mays*), 81% e 53% de inibição, respectivamente. Por outro lado, o extrato aquoso de raízes promoveu efeito inibitório de 77% para as raízes de trigo. Lehle e Putnam (1982) constataram que a ação inibitória do extrato aquoso das folhas e raízes do sorgo sobre a germinação do *Lepidium sativum* foi mais efetivo (91%), com o material coletado com quatro semanas de idade. Após esta fase houve decréscimo do efeito com a maturação da planta.

Efeitos alelopáticos inter-específicos têm sido observados em muitas variedades de sorgo (Rice, 1984). O sorgo produz e libera glicosídeos cianogênicos e ácidos fenólicos, os quais podem contribuir para redução de crescimento de plantas (Guenzi e McCalla, 1966; Nicollier et al., 1983; Rice, 1984 e Weston et al., 1989), citados por Einhellig e Souza (1992). Compostos flavonóides de ação alelopática do sorgo foram identificados por Stafford (1964).

Netzly e Butler (1986) e Netzly et al. (1988) mencionam que exsudatos de raiz de sorgo inibiram 85% do alongamento da raiz de alface (*Lactuca sativa*) e não inibiram a do milho (*Zea mays*).

Segundo Einhellig e Souza (1992), o sorgoleone reduziu o crescimento de *Eragrotis tef* e, retardou o crescimento da *Lemna minor*, e de várias espécies daninhas testadas (*Abutilon theophrasti*; *Digitaria sanguinalis*; *Amaranthus retroflexus* e *Datura stramonium*).

Netzly et al. (1988) trabalharam com concentrações baixas de sorgoleone (1mg / placa) em pH diferentes. Eles constataram em pH 5,5 redução do crescimento de raízes de alface (*Lactuca sativa*) em 86% e no peso de matéria fresca em 43%, enquanto que em pH 7,5 houve leve aumento do crescimento das raízes, mas a quantidade de sorgoleone utilizada também foi maior (4mg / placa). Nessa mesma condição, o *Amaranthus retroflexus* sofreu redução de 66% no crescimento das raízes.

O sorgo contém várias substâncias hidrosolúveis que inibem o crescimento de plantas e germinação de sementes. Compostos fitotóxicos poderiam permanecer no solo pelo menos 28 semanas (Guenzi e McCalla, 1966; citados por Einhellig e Rasmussen, 1989).

Uma plantação feita em 1984 com faixas de sorgo e soja foi analisada no ano seguinte, verificando-se que onde estava a soja tinha muitas plantas daninhas e onde havia o sorgo, estava sem vegetação. A biomassa de plantas daninhas foi bem menor nas faixas de sorgo. Foi acrescentado ainda milho nas faixas, de modo que concentrações fossem feitas com uma cultura onde não houvesse dúvidas sobre os efeitos da fertilidade do nitrogênio residual e verificou-se que o crescimento de plantas daninhas foi significativamente mais baixo em faixas, onde o sorgo havia sido cultivado do que nas faixas onde havia milho e soja. Áreas de milho, apresentaram maior biomassa de plantas daninhas do que as áreas de sorgo (Einhellig e Rasmussen, 1989).

Guenzi e McCalla (1966) isolaram quantidades de substâncias de ácidos ferúlico, vanílico, siríngico e p-hidroxibenzóico de resíduos de sorgo.

Netzly e Butler (1986) obtiveram resultados indicando que os exsudatos hidrofóbicos de raízes de sorgo contêm componentes que podem ter atividades biológicas e dependem em muito da espécie testada. Einhellig e Souza (1992) observaram ação inibitória de sorgoleone no crescimento e teor de clorofila de lentilha d'água (*Lemna minor*) e folhas de soja, em concentrações de 0,10 mM. Concentrações de 0,05 mM foram suficientes para inibir o crescimento de *Abutilon theophrasti* e *Setaria viridis*.

Panasiuk, Bills e Leather (1986) estudaram as interações alelopáticas entre o sorgo e dez espécies de plantas daninhas e verificaram que aleloquímicos do sorgo são produzidos durante a germinação da semente, e que a produção dessas substâncias continua durante o crescimento da planta, havendo redução significativa da matéria seca das plantas daninhas plantadas junto com o sorgo.

Alsaadawi et al. (1986) mostraram que o exsudato das raízes de sorgo (*Sorghum bicolor*) inibiu, significativamente, a germinação e o crescimento das plantas do *Amaranthus retroflexus*.

#### **2.4. Liberação de aleloquímicos pelos vegetais**

Muitos metabolismos secundários, oriundos de plantas com ação fitotóxica, têm sido isolados e identificados. A liberação destes compostos num agroecossistema pode ocorrer por: lixiviação, ocasionado pela chuva ou sereno, de aleloquímicos solúveis em água da parte aérea ou de tecidos subterrâneos; de tecidos vegetais em decomposição; por volatilização de substâncias provenientes de plantas em estado vegetativo; por exsudação do sistema radicular (Medeiros, 1989).

Almeida (1988) diz que os mecanismos alelopáticos e as alterações dos meios físicos ou biológicos atuam na natureza concomitantemente, sendo difícil distinguir e identificar os efeitos individuais, em virtude da complexidade biológica do processo.

A maioria dos compostos já identificados pertencem a diversos grupos químicos, atribuindo-se maior importância aos terpenóides, alcalóides, esteróides, ácidos graxos de cadeia longa, lactonas insaturadas, taninos, derivados do ácido benzóico e do ácido cianico, mas a maior parte é liberada na forma de solutos aquosos. Os efeitos alelopáticos raramente são provocadas por uma única substância, sendo comum que o efeito se deva a um conjunto de substâncias. Os efeitos dependem ainda das condições ambientais, como: temperatura, umidade entre outros (Almeida, 1990).

Um dos maiores questionamentos é se os produtos secundários envolvidos são produtos finais no metabolismo celular ou se são sintetizados pela planta com função específica. Com relação a essa dúvida, há duas correntes. Muller (1966) e Whittaker (1970) defendem a primeira hipótese com base no fato de que esses produtos se encontram em maior quantidade nos vacúolos das células, onde seriam depositados a fim de evitarem a sua própria autotoxicidade (Almeida, 1988). Essa teoria tem sido contestada por Swain (1977), pois, segundo ele, os produtos secundários, são produzidos nas células com finalidade específica e que sua síntese obedece as leis da genética (Hallak, 1995).

Os compostos aleloquímicos têm amplo espectro de efeitos e atividades e os compostos fitotóxicos podem predispor doenças de plantas. Outros podem agir como agentes antimicrobianos protegendo organismos contra doenças (Patrick, 1986).

## 2. 5. Modo de ação e efeito de sorgoleone

De acordo com Hess, Ejeta e Butler (1992), o sorgoleone foi utilizado em baixas concentrações (0,01 mM) em análises biológicas, onde foi constatada sua ação inibitória, no crescimento do sistema radicular e aéreo de plantas. Em concentrações maiores de 0,05mM e 0,10 mM, o sorgoleone paralisou eficientemente o processo fotossintético (Einhellig et al., 1993) e o funcionamento mitocondrial (Rasmussen e Hejl, 1992), combinado com a ação do metabolismo energético da fotossíntese e respiração.

Rasmussen e Hejl (1992) concluem que a semelhança estrutural entre sorgoleone e a coenzima Q foi outra razão para investigar os efeitos do sorgoleone na respiração, observado em soja e milho. Um mecanismo sugerido para inibição da respiração por sorgoleone é o bloqueio do fluxo de elétrons entre o citocromo b e o complexo  $c_1$ .

Segundo Rasmussen e Hejl (1992), sorgoleone inibe a absorção de oxigênio de mitocôndrias isoladas; age bloqueando o fluxo de elétrons no sistema mitocondrial de transporte de elétrons.

Einhellig e Rasmussen (1989) sugeriram que o sorgoleone possa também interferir no processo da fotossíntese. Estes autores demonstraram que 0,05 e 0,10 mM de sorgoleone bloquearam a fotossíntese e que 0,01 mM reduziu a atividade fotossintética a um nível de 50 %, em relação ao controle. Essa influência foi medida pela taxa de liberação de oxigênio. Os cloroplastos isolados de ervilha também mostraram que o sorgoleone interfere no mecanismo de fotossíntese.

Tudo indica, portanto, segundo Rasmussen e Hejl (1992), que o sorgoleone impede a fotossíntese e inibe a função mitocondrial interferindo no crescimento das plantas. Segundo



Einhellig et al. (1993), a atrazine que é um inibidor de fotossíntese, e, nas mesmas concentrações, tem o mesmo efeito do sorgoleone.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

As espécies usadas como plantas testes foram: soja (*Glycine max*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), trigo (*Triticum aestivum*), caruru (*Amaranthus retroflexus*) e batata doce (*Ipomoea batatas*). O trabalho foi iniciado em março de 1994 no laboratório de solos e nutrição de plantas da Universidade Federal de Lavras com a extração de SGL das raízes de sorgo. Em novembro e dezembro de 1994 foi conduzido um experimento em casa de vegetação, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e a última etapa do trabalho foi realizada de outubro à dezembro de 1995 e de janeiro à março de 1996 no laboratório de cultura de tecidos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

#### 3.1. Extração de sorgoleone (SGL)

A partir de março / 1994, no laboratório de solos e nutrição de plantas (UFLA), sementes de sorgo, variedade BR-601, foram colocadas semanalmente para germinar em placas de Petri com papel de filtro previamente esterilizado e umedecido com água destilada. Um total de 100 placas com média de 10 sementes cada, foi colocadas para germinar.

Após 7 (sete) dias da germinação foi utilizada uma solução extratora composta de 20 ml de cloreto de metileno mais 50ul de ácido acético glacial para a extração de SGL. Este extrator foi colocado num becker de 40 ml onde se mergulhava cada raiz de sorgo por um segundo. O extrato

foi então deixado em repouso à temperatura ambiente até sua evaporação dos extratores e o SGL depositado no fundo do becker, foi tampado com papel alumínio e conservado em geladeira, até sua utilização.

### **3.2. Diluição de sorgoleone**

Foram preparados dois litros de solução nutritiva de Hoagland (Pizzolato e Regehr, 1978), com  $\text{pH}=5,8$  usando-se HCl e NaOH 0,1N. Foram adicionados 0,0358 g de SGL em um litro da solução de Hoagland, obtendo-se assim solução de 0,10 mM de SGL. Esta solução foi agitada por um agitador magnético para melhor diluição do SGL, adicionando pequenas quantidades de metanol e cloreto de metileno para facilitar a diluição.

Duzentos mililitros desta solução foram adicionados à 200ml da solução de Hoagland, obtendo-se assim uma segunda solução de 0,05 mM.

Desta nova solução (0,05 mM) foram tomados 100 ml e adicionados à 400 ml de solução de Hoagland, obtendo-se assim uma solução de 0,01 mM.

### **3.3. Bioensaios utilizando soja, feijão, trigo e caruru como plantas testes**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o delineamento foi inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. Os tratamentos constituíram-se das soluções de SGL nas concentrações de 0,01, 0,05 e 0,10 mM e mais uma testemunha onde se usou apenas a solução de Hoagland.

As sementes foram germinadas em vermiculita por um período de sete dias e as plantas foram usadas como indicadoras de ação das soluções em estudo.

Estas plantas foram retiradas do substrato de vermiculita e transplantadas para frascos de 200 ml, contendo solução nutritiva de Hoagland à 50 %, sem SGL, por 24 horas com o objetivo de uma melhor adaptação das plantas à solução nutritiva . Após este período, foi transferida uma planta por frasco de mesma capacidade, contendo os tratamentos (concentrações de SGL), com as raízes imersas nas soluções. Folhas de papel alumínio foram usadas para envolver os frascos, evitando assim a entrada de luz e conseqüentemente o crescimento de algas. Cada frasco constituiu de uma parcela experimental, num total de 20 frascos ( 4 tratamentos e 5 repetições ).

No 7º dia após a transferência das plantas para os frascos contendo os tratamentos, foram feitas avaliações visuais de sintomas de fitotoxicidade, em percentagem da parte aérea das plantas testes em relação a testemunha considerada como 0 %. Após as avaliações visuais, as plantas foram retiradas das soluções, tendo suas raízes separadas da parte aérea de onde se tomaram os pesos das matérias frescas e secas. Para se tomar o peso da matéria seca, as partes das plantas foram colocadas numa estufa de circulação forçada à 70°C por 48 horas e então pesadas em balança de precisão.

Para análise de variabilidade dos dados, foram aplicadas regressões para as concentrações.

#### **3.4. Bioensaio utilizando a batata doce em cultura “In Vitro” como planta teste**

Para a instalação deste experimento, foi utilizada a batata doce, variedade “*Coquinho*”, como planta teste.

O experimento foi conduzido no laboratório de cultura de tecidos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 x 3. Os tratamentos constituíram-se das soluções de SGL (0,00; 0,01; 0,05 e 0,10 mM) com

pH 5,7 e 6,5, com 3 repetições por tratamento ,utilizando-se o meio de cultura Murashige & Skoog "M S"(1962) , com medições feitas aos 27 dias após a implantação do experimento.

Foram utilizados tubos de ensaio, inoculando-se um segmento nodal com 1 gema de batata doce por tubo. Em seguida o experimento permaneceu em sala de crescimento sob condições controladas de luz (2000 lux por 16 horas diárias) e temperatura ( $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  ).

As características avaliadas aos 27 dias da instalação do experimento foram: comprimento de raiz (cm); comprimento da parte aérea (cm); peso de matéria fresca de raiz (g); peso de matéria fresca da parte aérea (g); peso de matéria seca de raiz (g); peso de matéria seca de parte aérea (g).

A matéria fresca após pesada foi colocada em estufa de circulação forçada, deixando por um período de 48 horas a temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  e então pesada.

Para se fazer a análise de variabilidade dos dados, foram aplicados regressões polinomiais para as concentrações de SGL. Para as médias de pH e época foram aplicados teste tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Germinação das sementes de sorgo e produção de SGL**

As raízes de sorgo com sete dias de germinação apresentavam-se avermelhadas, momento em que era feita a extração do SGL. No período de meses frios, as raízes ficavam brancas, não ocorrendo a produção de SGL.

A germinação das sementes foi influenciada por vários fatores como luz, temperatura e quantidade de água colocada nas placas: excesso de água, levava as sementes de sorgo a não germinar ou, se isso acontecia, era de forma lenta. Segundo Hess, Ejeta e Butler (1991) e Carsky, Singh e Ndikawa (1994) em 1991, ano de alta precipitação pluviométrica, a população de sorgo que emergiu foi muito afetada, sustentando a observação do experimento.

A temperatura mínima para germinação do sorgo e uma boa produção de SGL foi 18,94°C e a máxima de 29,43 °C com média de 23,3°C e umidade relativa de 77,17 (Tabela A-4). Nos meses frios do ano, as quantidades de SGL extraídos foram tão baixas que foram desprezadas as pesagens.

Netzly e Butler (1986), referem-se a temperatura como um fator importante no desenvolvimento de sorgo. Relatam também que na época do frio, não só a germinação foi afetada como também a produção de SGL era insignifica.

#### 4.2 Quantidades de sorgoleone coletadas

As quantidades de SGL coletadas de raízes de sorgo com sete dias de idade estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1. Quantidade de sorgoleone coletada no experimento de potencial alelopático de sorgo (var. BR-601), sobre o desenvolvimento de plantas. UFLA, Lavras-M.G. 1995.

Data de coleta	Total de SGL coletado (mg)	Raízes coletadas (n°)	Peso seco das raízes coletadas (g)	SGL/100 raízes (mg)	SGL / peso seco de raiz (mg/g)
18-01-95	15	720	5,688	2,08	2,64
25-01-95	09	622	5,125	1,45	1,76
30-01-95	13	657	5,353	1,98	2,43
01-02-95	15	657	5,070	2,38	2,96
08-02-95	23	704	5,245	3,26	4,39
Média	15	672	5,296	2,21	2,84

Foi observado que a máxima quantidade coletada de SGL, em miligramas por rama de raízes secas foi de 4,39 e a mínima de 1,76 com média de 2,84 mg. Esta variação está em função de condições sob as quais o SGL foi exsudado, tais como, variedade, luz, e outros fatores ambientais.

Siame et al. (1993) observaram que a atividade estimulante de germinação de striga (*Striga asiatica*), de exsudatos produzida pela variedade IS-4225 foi muito superior quando crescida sob períodos curto de luz (2 horas/dia) do que sob condições de dia longo (16 horas/dia). As variedades SRN-39 e IS-9830 não mostraram uma resposta similar para variação no comprimento do dia.

Weerasuriya et al. (1993) também observaram que a atividade estimulante de exsudatos de raízes do sorgo foi maior sob condições de luz mais baixa. Todas as cultivares, suscetíveis e resistentes à *Striga asiatica*, produziram relativamente grandes quantidades de agentes estimulantes pelas variedades de sorgo.

#### 4.2.1 Efeito de sorgoleone sobre plantas de soja

A fitotoxicidade do SGL sobre a soja foi crescente à medida que se aumentou a concentração, seguindo o modelo de regressão quadrática (Figura.2). Estes valores atingiram mais de 70% de injúria com a concentração de 0,10 mM. Importante notar que mesmo à concentração de 0,01 mM, o SGL ainda foi extremamente fitotóxico para a soja, variedade Seriema, com 50% de injúria. O sintoma observado foi uma redução do porte da planta e um murchamento acentuado.

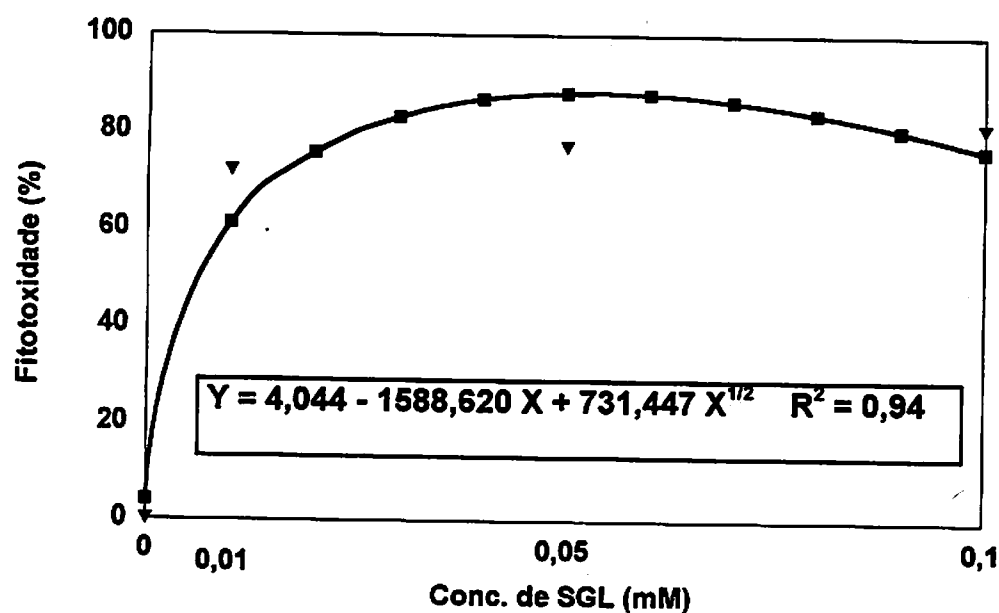


FIGURA 2. Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre a soja, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.



Para o peso de matéria seca de raiz de soja, observou-se que não houve diferenças entre os tratamentos (Tabela A-1). Pela Figura 3, constatou-se que para peso de matéria seca da parte aérea houve uma tendência de resposta ao SGL à medida que se aumentou a concentração de SGL até a concentração de 0,10 mM, seguindo o modelo de regressão quadrática.

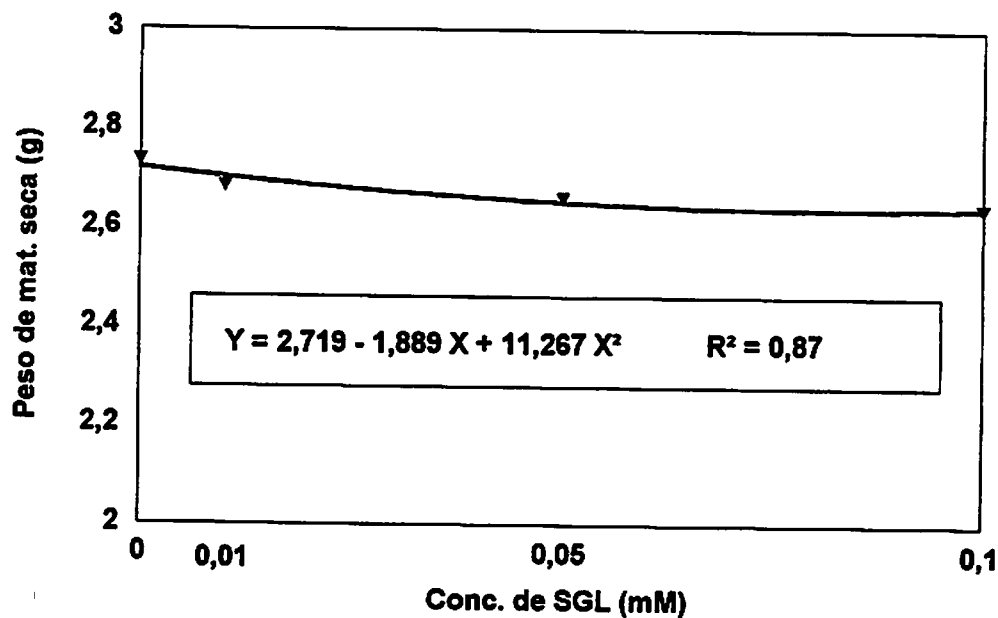


FIGURA 3. Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca da parte aérea de plantas de soja. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

Pela Tabela 2 observou-se que a concentração de 0,10 mM foi a que causou maior redução de peso seco da parte aérea em relação a testemunha. Em relação ao peso seco de raiz não se obteve nenhuma diferença entre as concentrações de SGL, sugerindo que para a soja o SGL em qualquer concentração não afeta desenvolvimento de raízes. Estes resultados estão de acordo com Einhellig e Rasmussen (1989) que observaram que para soja o sorgoleone não causou nenhum efeito.

TABELA 2. Efeitos de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea de soja. UFLA. Lavras-M.G.,1996.

Médias Observadas		
Conc. SGL (mM)	Peso de mat. seca de raiz (g)	Peso de mat. seca da parte aérea (g)
0,00	2,5440 a	2,7326 a
0,01	2,5580 a	2,6818 ab
0,05	2,5428 a	2,6594 b
0,10	2,5472 a	2,6410 b

#### 4.2.2 Efeito de sorgoleone sobre plantas de feijão.

Para as plantas de feijão, constatou-se pouco sintoma visual de fitotoxicidade, seguindo o modelo de raiz quadrática (Figura 4). Importante observar que para a concentração de 0,10 mM o efeito do SGL não atingiu 30% de injúria e na concentração de 0,01 mM foi inferior a 20%

TABELA 3. Efeitos de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea de feijão. UFLA. Lavras-M.G.,1996.

Médias Observadas		
Conc. SGL (mM)	Peso de mat. seca de raiz (g)	Peso de mat. seca da parte aérea (g)
0,00	2,5440 a	2,7326 a
0,01	2,5580 a	2,6818 a
0,05	2,5428 a	2,6594 a
0,10	2,5472 a	2,6410 a

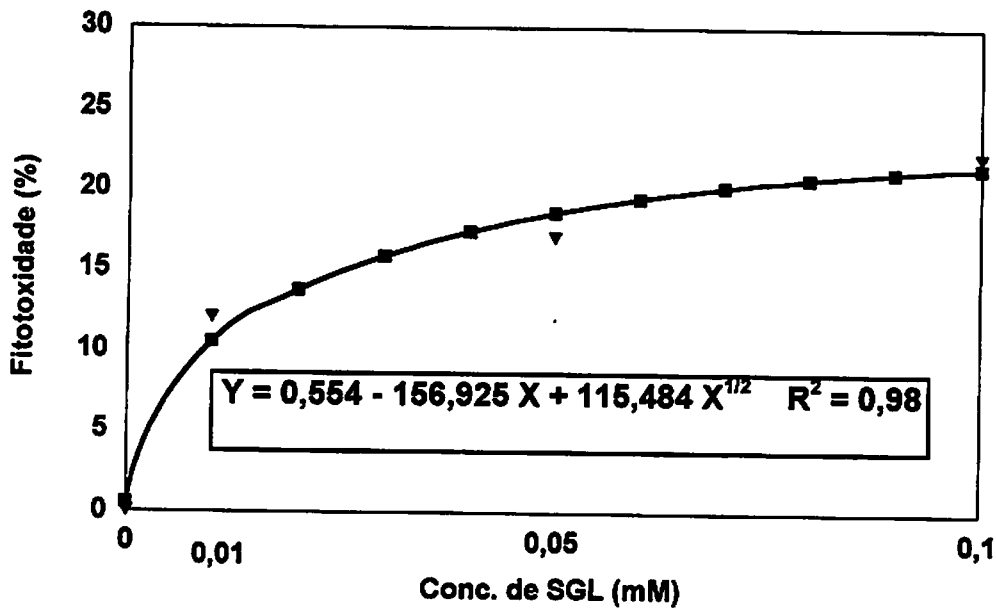


FIGURA 4. Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o feijão, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

O peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de feijão foram tomados procurando verificar uma maior sensibilidade destes parâmetros aos tratamentos. Pela Tabela 3, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, para estas duas características avaliadas.

#### 4.2.3 Efeito de sorgoleone sobre plantas de trigo

As avaliações visuais de fitotoxicidade dos tratamentos sobre o trigo, podem ser observadas na Figura 5, apresentando aumento de fitotoxicidade em função da concentração de SGL, seguindo o modelo de raiz quadrada.

Nesta espécie, o efeito fitotóxico a partir do 3<sup>o</sup> dia após o transplante para as soluções contendo SGL a 0,05 e 0,10 mM mostrou redução de crescimento e murchamento das plantas

(dados não apresentados). No 7<sup>o</sup> dia constatou-se efeito das soluções através de cloroses nas folhas. Na concentração de 0,01mM o efeito embora evidente não chegou à apresentar clorose.

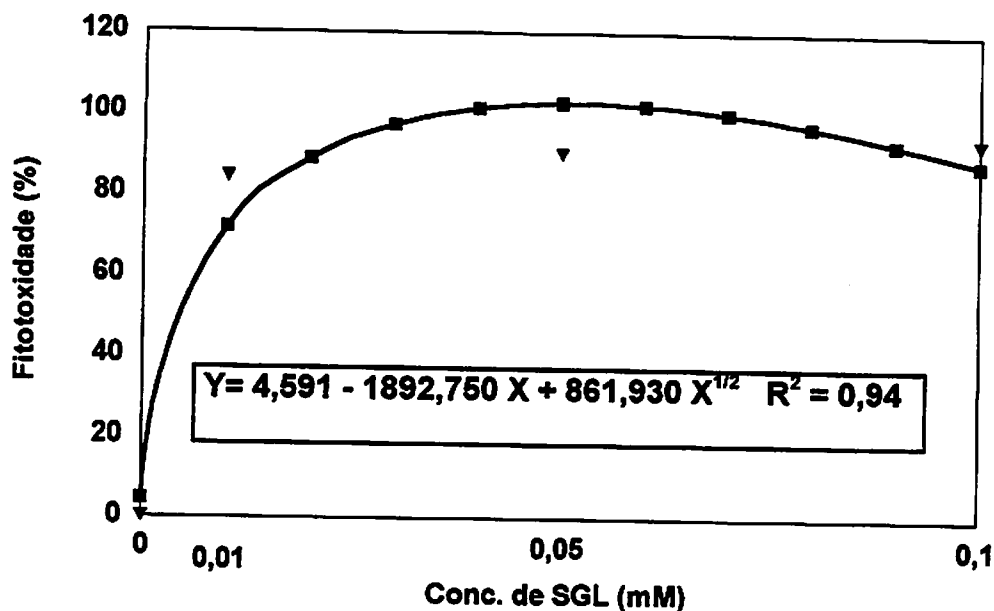


FIGURA 5. Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o trigo, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

As concentrações de 0,01; 0,05 e 0,10 mM causaram uma menor redução de peso de matéria seca em relação a parte aérea, seguindo o modelo de regressão quadrática (Figura 6). O peso de matéria seca da parte aérea foi reduzido com as concentrações de 0,05 e 0,10 mM quando comparado com a testemunha.

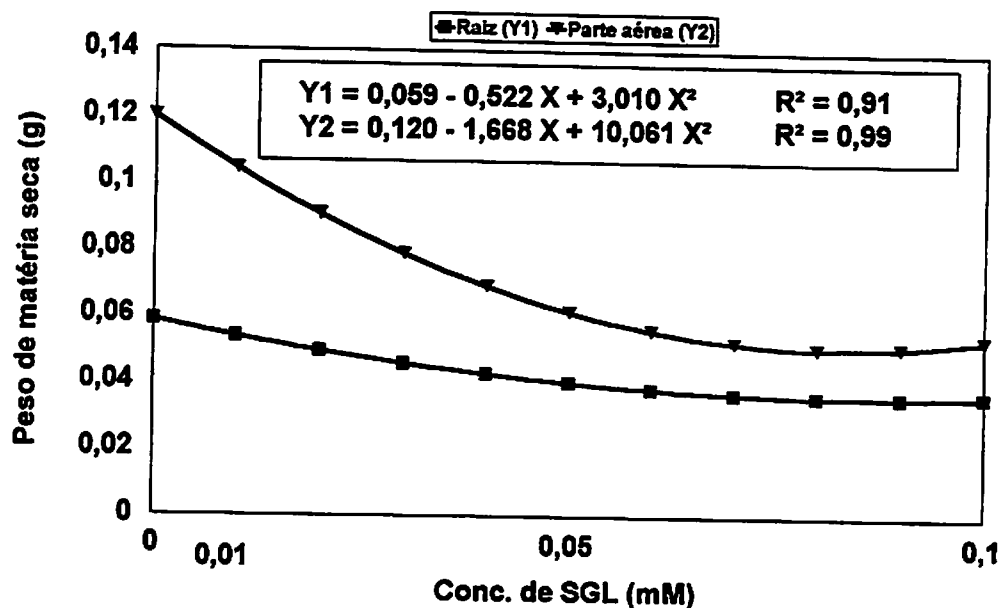


FIGURA 6. Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea no desenvolvimento de plantas de trigo. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

#### 4.2.4 Efeito de sorgoleone sobre plantas de caruru

Para o caruru, observou-se uma semelhança de resultados de sintomas visuais ao do trigo, seguindo o modelo de raiz quadrada (Figura 7). Quando se aplicou uma concentração de 0,10 mM de SGL, os sintomas foram tão drásticos que causaram a morte das plantas.

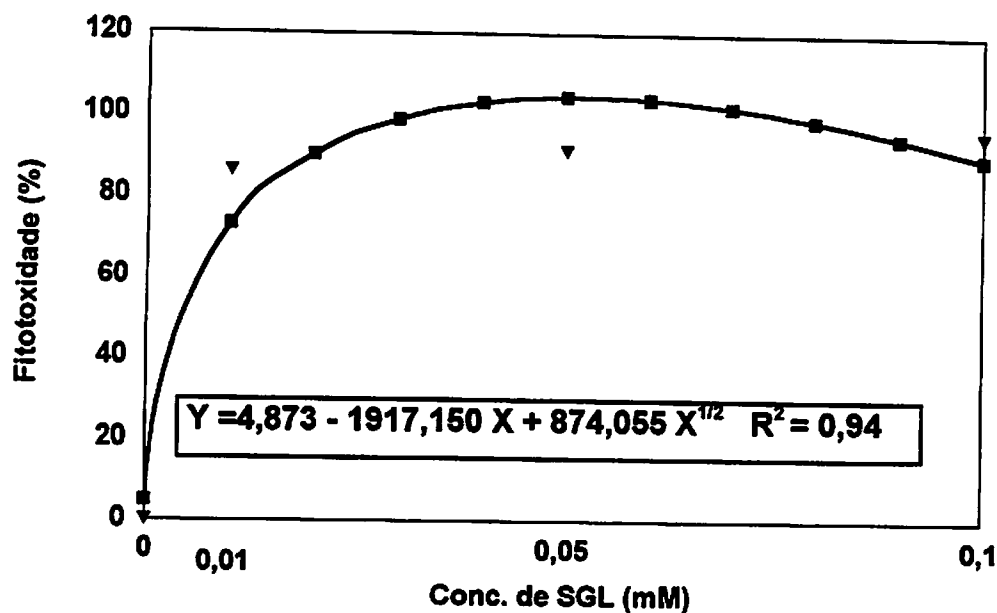


FIGURA 7. Percentagens visuais de fitotoxicidade de SGL sobre o caruru, obtidas no experimento de efeitos alelopáticos de exsudatos de raiz de sorgo sobre plantas. UFLA. Lavras-M.G. ,1996.

Os efeitos das concentrações de SGL causaram reduções de peso de matéria seca de raiz e parte aérea de caruru de forma semelhante ao trigo (Figura 8).

Para parte aérea a concentração de 0,01 mM mostrou redução de peso de matéria seca. Nas concentrações de 0,05 e 0,10 mM os efeitos foram estatisticamente diferentes em relação a testemunha.

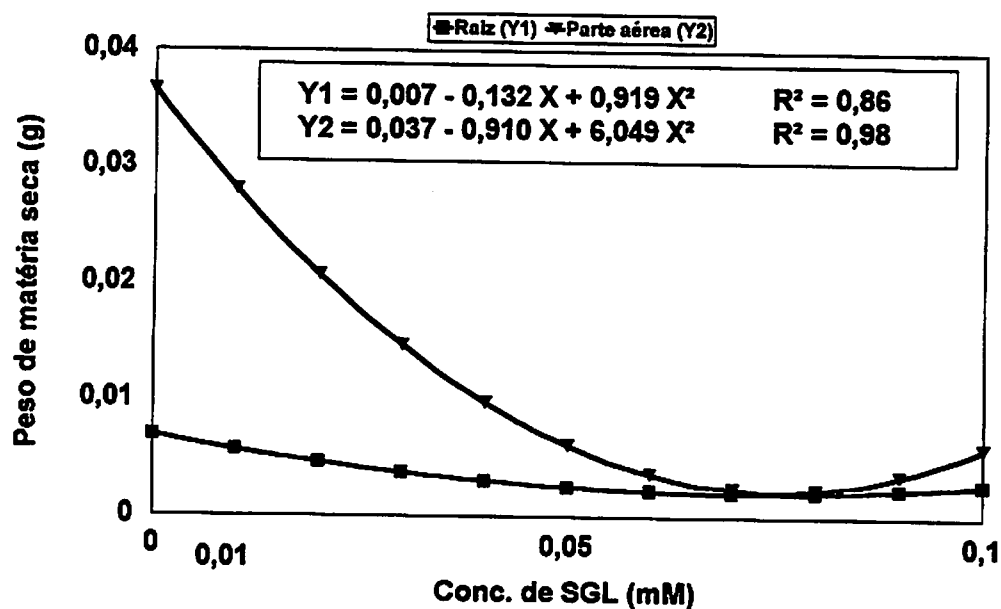


FIGURA 8. Efeito de SGL sobre peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea no desenvolvimento de plantas de caruru. UFLA. Lavras-M.G.,1996.

Estes resultados mostraram que entre as duas espécies leguminosas testadas, o feijão foi a que menos sofreu ao efeito do SGL, enquanto que a soja foi mais sensível. Para o trigo o efeito do SGL foi mais acentuado do que na soja. O efeito de SGL no caruru foi superior ao feijão, soja e trigo, apresentando este maior sensibilidade. Com isto, estes resultados sugerem a possibilidade de se cultivar sorgo visando o controle de plantas daninhas como o caruru na cultura do feijão.

#### 4.2.5 Efeito de sorgoleone sobre segmentos nodais de batata doce em cultura “In Vitro”

O efeito dos tratamentos sobre o comprimento de raiz de batata doce (Tabela A-3), apresentou diferenças significativas, indicando haver variação nas respostas à aplicação de diferentes doses de SGL. Pela Figura 9, observou-se que houve um estímulo de crescimento de raiz com o aumento da concentração, o qual atingiu o máximo com a concentração de 0,044 mM. Para o comprimento da parte aérea houve também um estímulo com o aumento da

concentração de SGL, o qual atingiu o máximo com a concentração de 0,040 mM. A partir destas concentrações até 0,10 mM houve uma inibição de crescimento tanto da raiz como da parte aérea.

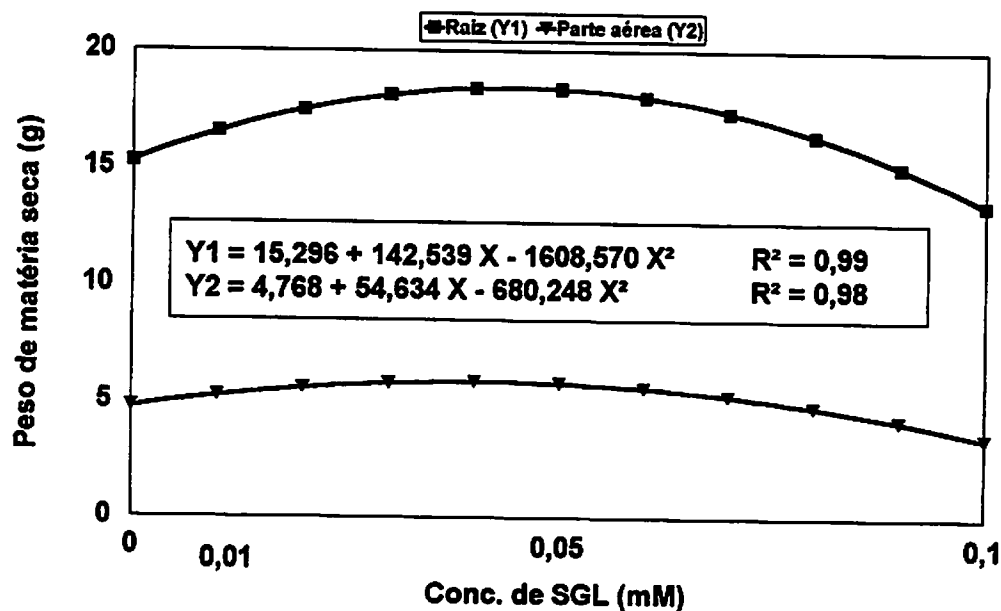


FIGURA 9. Efeito de SGL sobre comprimento (cm) de raiz e da parte aérea de segmentos nodais de batata doce. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

Os efeitos do pH da solução de SGL sobre o desenvolvimento de raiz e parte aérea da batata doce estão apresentados na Tabela 4. O pH não afetou o comprimento de raiz.

No caso do crescimento da parte aérea, observou-se que sob um pH=6,5 as soluções de SGL inibem o desenvolvimento em relação ao pH=5,7, indicando que o SGL em solução "M.S." com pH=6,5 é mais fitotóxico para batata doce do que quando em pH=5,7 (Tabela 4).



TABELA 4. Efeito de pH nas soluções de SGL sobre o comprimento (cm) de raiz e parte aérea de segmentos nodais de batata doce. UFLA, Lavras-M.G., 1996.

pH	Comprimento de raiz (cm)	Comprimento da parte aérea(cm)
5,7	16,694 a	4,6416 a
6,5	15,165 a	4,1341 b

As médias das concentrações tanto para peso fresco quanto para peso seco no pH= 6,5 foi inferior quando avaliado no pH= 5,7. Estes resultados indicam que segmentos nodais de batata doce sofreram mais os efeitos de SGL, quando estes estavam na solução de M.S. no pH= 6,5 do que quando num pH=5,7 (Tabela 5).

TABELA 5. Efeito de SGL sobre segmentos nodais de batata doce, para peso (g) de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea para épocas x pH. UFLA. Lavras-M.G., 1996.

pH	Peso de mat. fresca de raiz (g)	Peso de mat. seca de raiz (g)	Peso de mat. fresca da parte aérea (g)	Peso de mat. seca da parte aérea (g)
5,7	2,913 a	2,776 a	3,084 a	2,794 a
6,5	2,114 b	2,015 b	2,336 b	2,092 b

## 5 CONCLUSÕES

O sorgo, variedade BR 601, exsuda em média 2,84 mg de SGL por grama de peso seco de raiz, sob condições de luz ambiente e temperatura média de 23,3 °C.

Concentrações de SGL, causam fitotoxicidade, em solução de Hoagland, sobre plantas de soja, trigo e caruru. No feijão a fitotoxicidade foi menor.

Concentrações de SGL, a partir de 0,05 mM, causam reduções de pesos secos de raiz e parte aérea do trigo e caruru. Na soja a concentração de 0,10 mM causa redução de peso seco da parte aérea. No feijão não causa efeito.

A batata doce mostra-se sensível às concentrações de SGL: concentrações de SGL até 0,044 mM estimulam o crescimento da raiz e concentrações de SGL até 0,040 mM estimulam o crescimento da parte aérea . A partir destas concentrações até 0,10 mM causam uma inibição de crescimento de segmentos nodais de batata doce.

O SGL em solução de M.S. com pH= 6,5 causa um efeito mais acentuado sobre segmentos nodais de batata doce do que quando em pH= 5,7.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Paraná, IAPAR. 1988. 66p. (Circular, 53).
- ALMEIDA, F. S. Adefesa das plantas: Alelopatia. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.11, n.62, p.40-46, mar. 1990.
- ALSAADAWI, I. S.; AL-UQAILI, J. K ; AL-HADITHY, S. M. Allelopathic suppression of weed and nitrification by selected cultivars off Sorghum bicolor. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.12, n.1, p.209-219, 1986.
- CARSKY, R. J. ; SINGH, R. ; NDIKAWA, R. Suppression of Striga hermonthica on Sorghum using a Cowpea intercrop. **Experimental Agricultural**, New York, v.30, p.349-358, 1994.
- 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, p.7858-7860, 1986.
- EINHELLIG, F. A . Mechanisms and Modes of action of Allelochemicals. In: PUTNAM; A. R. TANG, C. S. **The Science of Allelopathy**. John & Sons, 1986, 317 p.
- 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. ; 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. ; 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.
- GUENZI, W. D. ; McCALLA, T. M. ; NORSTAD, F. A. Presence and persistence of phytotoxic substances in Wheat, Oat, Corn, and Sorghum residues. **Agronomy Journal**, v.59, p.163-164, Madison, Mar/Apr. 1967.
- 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.
- 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 Genética e Melhoramento de Plantas).
- HARBONE, J. B. **Phytochemical Methods**. 2 ed. Champman and Hall , 1984, 288p.
- HESS, D. E. ; EJETA, G. ; BUTLER, L. G. Selecting sorghum genotypes expressing a quantitative biosynthetic trait that confers resistance to striga. **Phytochemistry**, New York, v. 31, p. 493-497, 1992.
- HESS, D. E. ; EJETA, G. ; BUTLER , L. G. Research into germination of Striga seed by Sorghum root exudates. In : INTERNACIONAL SYPOSIUM ON PARASITIC WEEDS, 5, Nairobi, 1991. **Proceedings ...** Nairobi : The Internacional Crops Research Institute for the semi-arid tropics, 1991. p.217-222.
- LEHLE , F. R. ; PUTNAM , A. R. Quantification of allelopathic potential os Sorghum residues by novel indexing of Richard's fuction fitted to cumulative cress seed germination curver. **Plant Physiology** , Michigan, v.69, p.1212-1216, 1982.
- MEDEIROS , R. M. de **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Piracicaba : ESALQ /USP , 1989. 92p. (Tese - Doutorado em Agronomia).
- MULLER, C.H. The role chemical inhibition (allelopaty) in vegetation competition. **Bulletim of the Torrey Botanical Club**, New Work, v.93, n.5, p.322-351, 1966.
- MURASHIGE , T. ; SKOOG F. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum** , Copenhagen, v.15, p.473-479, 1962.

- 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.441-460, 1988.
- NETZLY , D. H. ; BUTLER , L. G. Roots of sorghum exudate hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Science** , Madison , v.26, p.775-778, Jul/Aug. 1986.
- OVERLAND , L. The role of allelopathic substances in "Smother crop" barley. **American Journal of Botany**, Miami, v.53, p.423-432, 1966.
- PANASIUK, O. ; BILLS , D. D. ; LEATHER , G. R. Allelopathic influence of *Sorghum bicolor* on weeds during germination and early development of seedlings. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.12, p.1553-1543, 1986.
- PATRICK, Z. A. Alelopathic mechanisms and their exploitation for biological control. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v.8, p.225-228, 1986.
- PIZZOLATO, T.D.; REGEHR, D.L. Early modifications of the intermodal anatomy of *Glicine maz* sprayed with 2,4-DB. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v.57, p.1340-1344, 1978.
- PUTNAM , A. R. ; LEHLE , F.R. Allelopathic Potencial of *Sorghum (Sorghum bicolor)*. Isolation of seed germination inhibitors. **Journal of Chemical ecology**, Dakota, v.9, n.8, p.1223-1235, 1983.
- PUTNAM , A. R. Allelochemicals from plants as herbicides. **Weed Science**, Champaign, v.35, p.339-347, 1988.
- PUTNAM , A. R. ; DE FRANK , J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection** , Surrey, v.2, n.2, p.173-181, 1983.
- RASMUSSEN , J. A. , HEJL , A. M. et al. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **Journal of Chemical Ecology**, Dakota, v.18, n.2, p.197-207, Oct. 1992.
- RICE, E.L. **Allelopathy** . 2 ed. Orlando : Academic Press , 1984. 422p.

- SIAME, B. A. ; WEERASURIYA, Y. ; WOOD, K. ; EJETA, G. ; BUTTLER, R.G. Isolation of Strigol, a germination stimulant for *Striga asiatica*, from host plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.41, n.9, p.1486-1491, 1993.
- STAFFORD, H. A. Flavonoids and related phenolic compounds produced in the first internode of *Sorghum vulgare*, Pers in darkness and in light. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.20, p.130-138, 1964.
- SWAIN, T. Secondary compounds as protective agents. **Annal Review. Pant Physiology**, Palo alto, v.28, p.479-501, 1977.
- SZCZEPANSKI, A.J. Allelopathy as a mean of biological control of water weeds. **Aquatic botany**, Amsterdam, v.3, p.193-197, 1977.
- WEERASURIYA, Y. ; SIAME, B. A. ; HESS, D. ; EJETA, G. e BUTLER, L. G. Influence of conditions and genotype on the amount of *Striga* germination stimulants exuded by roots of several host crops. **Journal of Agricultural food Chemicals**, Washington, v.41, n.4, p.1492-1496, Aug/Set. 1993.
- WHITTAKER, R.H. The biochemical ecology of higher plants. In: SONDHEIMER, E.; SIMEONE, J.B. **Chemical Ecology**. New Work: Academic, 1970. 336p.

**ANEXO**

TABELA A1. Resumo das análises de variância referente aos efeitos de SGL, sobre plantas de soja e feijão, para peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea. UFLA, Lavras-MG., 1996.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		SOJA		FEIJÃO	
		Peso de matéria seca de raiz (g)	Peso de matéria seca da parte aérea (g)	Peso de matéria seca de raiz (g)	Peso de matéria seca da parte aérea (g)
Concentração	3	0,00023	0,00784**	0,00020	0,00008
Resíduo	16	0,00115	0,00123	0,00013	0,00070
Média Geral		2,5480	2,6787	0,0569	0,1225
Coef. de Var. %		1,334	1,3090	20,711	21,635

\*, \*\*: teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.



TABELA A2. Resumo das análises de variância referente aos efeitos de SGL, sobre plantas de trigo e caruru, para peso (g) de matéria seca de raiz e parte aérea. UFLA, Lavras-MG., 1996.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		TRIGO		CARURU	
		Peso de matéria seca de raiz (g)	Peso de matéria seca da parte aérea (g)	Peso de matéria seca de raiz (g)	Peso de matéria seca da parte aérea (g)
Concentração	3	0,00062**	0,00522**	0,000021**	0,00098**
Resíduo	16	0,000019	0,00011	0,0000024	0,000068
Média Geral		0,0473	0,0849	0,0045	0,0192
Coef. de Var. %		9,163	12,366	34,247	43,036

\*, \*\*: teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA A3. Resumo das análises de variância referente aos efeitos de SGL, sobre segmentos nodais de batata doce, para comprimento (cm) de raiz e parte aérea, peso (g) fresco e seco de raiz e parte aérea. UFLA, Lavras-MG., 1996.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		Comprimento de raiz (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	Peso fresco de raiz (g)	Peso fresco da parte aérea (g)	Peso seco de raiz (g)	Peso seco da parte aérea (g)
Bloco	2	3,6583	0,2718	0,1201	0,0333	0,1328	0,0390
Concentração	3	18,1998	0,6745	0,0640	0,1753	0,0575	0,1457
pH	1	21,4137	0,5612	3,8400**	3,3451**	3,4656**	2,9470**
Conc. x pH	3	3,7362	1,0081	0,0564	0,1476	0,0466	0,1000
Resíduo	14	7,7379	0,5880	0,1450	0,1657	0,1290	0,1444
Média Geral		13,9863	3,9654	2,5142	2,7100	2,3950	2,4445
Coef. de Var. %		19,8890	19,3380	15,1450	15,0230	14,9960	15,5440

\*, \*\*: teste de F significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA A4. Dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa, referente ao meses de janeiro e fevereiro de 1995, coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras. UFLA, Lavras-MG., 1996.

Dia	T° máxima	T° mínima	T° média	U.R.
10	32,0	19,2	25,6	58,0
11	32,1	19,1	25,0	65,0
12	30,9	18,6	23,5	76,0
13	31,9	19,2	25,2	64,0
14	31,5	18,3	24,4	61,0
15	32,8	17,9	25,1	61,0
16	33,4	18,2	25,9	56,0
17	33,6	19,1	25,7	64,0
18	33,5	20,6	25,2	72,0
19	33,1	19,5	24,2	75,0
20	33,0	18,8	23,6	77,0
21	30,3	19,0	23,9	76,0
22	28,9	18,0	21,2	83,0
23	30,3	17,9	23,5	68,0
24	31,3	18,2	24,2	72,0
25	31,6	19,3	25,2	71,0
26	29,9	19,1	23,2	79,0
27	30,3	19,2	24,3	74,0
28	29,5	20,3	23,2	83,0
29	25,1	19,9	21,3	91,0
30	28,5	18,1	21,8	88,0
31	21,4	19,1	20,0	96,0
01	27,6	18,9	22,3	89,0
02	26,6	20,5	22,5	91,0
03	24,4	19,3	21,0	92,0
04	27,2	19,1	22,6	87,0
05	28,9	18,6	22,9	75,0
06	28,9	18,2	22,4	82,0
07	22,4	18,5	19,9	94,0
08	21,9	18,5	19,8	95,0
Média	29,43	18,94	23,3	77,17