

**EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS  
USADOS NA CULTURA DA SOJA SOBRE O  
MILHETO EM SUCESSÃO NO SUL DE  
MINAS GERAIS**

**JOSÉ LUIZ DE SIQUEIRA**

**2000**

**JOSÉ LUIZ DE SIQUEIRA**

**EFEITO RESIDUAL DE HÉRBICIDAS USADOS NA  
CULTURA DA SOJA SOBRE O MILHETO EM  
SUCESSÃO NO SUL DE MINAS GERAIS**

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**

**Pesquisador Dr. João Baptista da Silva**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2000**

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

Siqueira, José Luiz de

Efeito residual de herbicidas usados na cultura da soja sobre o milheto em  
sucessão no Sul de Minas Gerais / José Luiz de Siqueira. -- Lavras : UFLA, 2000.  
74 p. : il.

Orientador: João Baptista da Silva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Herbicida. 2. Resíduo. 3. Chrorimuron. 4. Imazathapyr. 5. Lactofen. 6.  
Imazamox. 7. Milheto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-632.954

-633.171

-633.34

**JOSÉ LUIZ DE SIQUEIRA**


**EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS USADOS NA  
CULTURA DA SOJA SOBRE O MILHETO EM  
SUCESSÃO NO SUL DE MINAS GERAIS**

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 02 de março de 2000.**

**Prof. Dr. Itamar Ferreira de Souza - UFLA**

**Prof. Dr. João Batista Donizetti Correa - UFLA**

  
**Pesq. Dr. João Batista da Silva**  
**Sete Lagoas-MG**  
**( Orientador )**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

**Aos meus pais, Benedito Sérgio de Siqueira  
e Eracy Conceição de Siqueira, pelo grande esforço,  
simplicidade, perseverança, dedicação e exemplo de vida.**

### **OFEREÇO.**

**Aos meus irmãos, Vera, Junildo, Gernaci, Arlete, Elizeth,  
Ana Lúcia, Márcia e Serginho. A Nágela Magave, minha  
namorada, pela paciência, amor, dedicação e apoio  
constantemente.**

### **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À DEUS, pela oportunidade a mim oferecida e por iluminar meus caminhos nas horas difíceis.

À Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá-MT, em especial ao Diretor Geral Prof. Dimorvan Alencar Brescancin, pela oportunidade de realizar o Curso e pela confiança em mim depositada.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Programa Institucional de Capacitação de Docentes e Técnicos - PICDT/CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. João Baptista da Silva e Prof. Dr. Itamar Ferreira de Souza, pela paciência, orientação, confiança, amizade, dedicação, conduta e profissionalismo exemplar no decorrer destes anos.

Aos membros da banca, professores Itamar Ferreira de Souza e João Batista Donizetti Corrêa, pelas sugestões.

Ao colega de serviço, Osvaldo José de Oliveira, pelo incentivo para a realização do Curso.

Aos demais colegas da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá - MT, que sempre acreditaram em nosso potencial.

Ao casal Tadeu e Lúcia, pela ótima amizade construída e pelo apoio durante estes anos.

Aos colegas de Pós - graduação, em especial aos amigos André Ferreira do Nascimento, Júlio César Garcia, Divino Levi Miguel, José Tadeu de Souza Marinho, Márcio Peixoto, pela colaboração no transcorrer do curso.

Aos funcionários Manguinho, João, Correia e Aguinaldo do Departamento de Agricultura, pela grande colaboração na condução dos experimentos.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Agricultura pela atenção, apoio, presteza e conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

**MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS**

## **BIOGRAFIA**

**JOSÉ LUIZ DE SIQUEIRA**, filho de Benedito Sérgio de Siqueira e Eracy Conceição de Siqueira, nasceu em 26 de dezembro de 1964 na cidade de Cuiabá - MT.

Graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas em 1991 e em Engenharia Agrônômica em 1993 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

Professor da área de Culturas Anuais da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá - MT desde de abril de 1994.

Iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal de Lavras em agosto de 1997, concluindo-o em 02 de março de 2000.

**"O bônus de um profissional da área de educação é a oportunidade para que ele cresça profissionalmente".**

**Gordon Bell**



## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	03
2.1 Resíduos de herbicidas no solo.....	03
2.2 Comportamento do chlorimuron.....	06
2.3 Comportamento do imazethapyr.....	09
2.4 Comportamento do lactofen.....	13
2.5 Comportamento do imazamox.....	16
2.6 Milheto.....	18
2.6.1 Taxonomia e origem.....	18
2.6.2 Características morfológicas.....	19
2.6.3 Importância econômica.....	20
2.6.4 Semeadura.....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	21
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	25
3.3 Instalação e condução.....	27
3.4 Variáveis avaliadas.....	28
3.5 Análises estatísticas.....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
4.1 Características avaliadas no desenvolvimento da cultura do milheto.....	31
4.1.1 Sintomas de fitotoxicidade.....	33
4.1.2 Altura das plantas das plantas de milheto em desenvolvimento.....	39
4.2 Variáveis avaliadas por ocasião da colheita.....	43

4.2.1 Altura de plantas.....	45
4.2.2 Altura da panícula.....	48
4.2.3 Número de panículas.....	52
4.2.4 Peso de panícula.....	55
4.2.5 Peso de matéria seca.....	58
4.2.6 Rendimento de grãos.....	62
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>

## RESUMO

**SIQUEIRA, José Luiz de. Efeito residual de herbicidas usados na cultura da soja sobre o milho em sucessão no sul de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2000. 74p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**

Com o objetivo de estudar a influência dos resíduos dos herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox, aplicados em pós-emergência na cultura da soja, sobre as características agronômicas do milho plantado em sucessão, foram conduzidos na Universidade Federal de Lavras (UFLA) dois ensaios (safras 97/98 e 98/99). O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, em faixas, com quatro repetições. As parcelas constituíram-se nos tratamentos com herbicidas e as subparcelas nas quatro épocas de semeadura do milho, em dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas (21, 42, 63 e 84 DAA). As aplicações foram realizadas com pulverizador a pressão constante de CO<sub>2</sub> (2,76 kgf/cm<sup>2</sup>) equipado com barra de quatro bicos tipo leque (Teejet 110.03) espaçados de 0,50 m, trabalhando a 0,50 m acima do nível do dossel das plantas daninhas e vazão de 200 L/ha de calda. Nos dois experimentos avaliaram-se a fitotoxicidade no milho aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura (DAS). Por ocasião da colheita, observou-se diminuição da altura das plantas de milho, altura de panícula, número de panículas, peso de panículas, peso de matéria seca e rendimento de grãos. Durante o período de desenvolvimento chlorimuron e imazethapyr apresentaram fitotoxicidade visual ao milho de 40% para as avaliações realizadas aos 21 e 28 dias após semeadura do milho (DAS) e de 20% aos 35 e 42 DAS. Lactofen e imazamox apresentaram fitotoxicidade visual de 15% para as avaliações realizadas aos 21, 28 e 35 DAS. Por ocasião da colheita, os herbicidas chlorimuron, imazethapyr e lactofen foram os que causaram maior redução na altura das plantas para a semeadura aos 21 DAA, sendo esta diferença entre a testemunha e os produtos de 16%. Peso de matéria seca foi reduzida para todos os tratamentos, até os 63 DAA, exceto para imazamox, sendo a maior redução provocada pelo chlorimuron. Quanto ao rendimento de grãos o chlorimuron apresentou redução de 48% aos 21 DAA, em relação à testemunha sem aplicação.

---

Comitê Orientador: João Baptista da Silva, PhD - UFLA (Orientador) e Itamar Ferreira de Souza, PhD - UFLA.

## ABSTRACT

**SIQUEIRA, José Luiz de. Residual effect of herbicides used in soybean crop upon the millet in sucession in the south of Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2000. 74p. (Dissertation - Master in Plant Crop).**

With the objective of studying the influence of the residues of the herbicides chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox applied at post-emergence in soybean crop, upon the agronomical characteristics of millet planted in sucession, were conducted at the Universidade Federal de Lavras (UFLA) two trials (crops 97/98 and 98/99). The experimental design was in randomized bloks in the split plot scheme, in bands with four replicates. The plots consisted of treatments with herbicides applied at post-emergence and check and the subplots with four sowing times of millet in days after the application of the herbicides on soybean (21, 42, 63 and 84 DAA). The applications were achieved with sprayer at constant level of CO<sub>2</sub> (2,76 kgf/cm<sup>2</sup>) equipped with fan-type four beak bar (Teejet 110.03) spaced 0,50m apart, working at 0,50 m above the level of the canopy of the weeds and flow of 200 L/ha. In the two experiments the phitotoxicity on millet at 21, 28, 35 and 42 days after sowing (DAS) was evaluated. On the occasion of harvest, a decrease of the height of millet plants, panicles height, number of panicles, weight of panicles, weight of dry matter and grain yields was observed. During the developmental period of the crop, chlorimuron e imazethapyr presented visual phytotoxicity to millet of 40% for the evaluations realized at 21 and 28 days after sowing of millet (DAS) and of 20% at 35 and 42 DAS. Lactofen and imazamox presented visual phytotoxicity of 15% for the evaluations accomplished at 21, 28 and 35 DAS at 21 DAA. On the occasion of harvest, the herbicides chlorimuron, imazethapyr and lactofen were those which caused greater reduction in plant height for the sowing at 21 DAA, this difference being the check and the products of 16%. Dry matter weight was reduced for all the treatments, up to 63 DAA, except for imazamox, the greatest reduction being provoked by chlorimuron. As to grain yield, chlorimuron presented 48% at 21 DAA relative to the check without application.

---

Guidance Committee: João Baptista da Silva, PhD - UFLA (Adviser) and Itamar Ferreira de Souza, PhD - UFLA.

# 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente expansão demográfica, torna-se cada vez maior a demanda de alimentos no mundo, requerendo tecnologias mais avançadas para aumentar a produção e melhorar a qualidade do produto para suprir a necessidade do consumo humano e/ou animal.

A prova mais contundente dos grandes avanços tecnológicos na agricultura brasileira nas últimas décadas é a substituição de boa parte das áreas cultivadas com plantio convencional pelo sistema de plantio direto, pois a presença da palha na superfície do solo desempenha importante função na proteção contra a radiação solar, na absorção do impacto da gota das chuvas, na retenção, na absorção e na redução da evaporação da água, no controle de plantas daninhas, na reciclagem de nutrientes, além de beneficiar a atividade biológica (Gassen e Gassen, 1996).

Para a formação de palha nos solos sob cerrado, o milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma das culturas mais utilizadas, devido à grande quantidade de matéria seca (em torno de 8 t/ha), boa adaptação, alta resistência à seca e decomposição mais lenta quando comparado com leguminosas devido à sua alta relação C/N, sendo também utilizado por alguns produtores para alimentação do gado. Após a rebrota, é dessecado para a implantação do plantio direto.

Geralmente, o milheto é cultivado em sucessão à cultura da soja, sendo semeado assim que esta cultura atinja o ponto de maturação fisiológica. Porém, algumas práticas de manejo de plantas daninhas podem limitar essa sucessão, como, por exemplo, o uso de herbicidas para controlar plantas daninhas na soja, uma vez que o controle químico é largamente utilizado nesta cultura. Dentre os herbicidas utilizados, estão o chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox. Entretanto, as referências na literatura científica brasileira e internacional sobre

o comportamento destes produtos no solo e sobre a cultura do milho em sucessão é escassa.

Os efeitos residuais destes produtos variam de acordo com as diferentes condições edafoclimáticas, tornando-se necessário o conhecimento dos períodos mínimos entre a aplicação dos herbicidas e a semeadura do milho devido aos efeitos fitotóxicos dos resíduos.

Devido ao exposto, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito residual dos herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox, aplicados em pós-emergência na cultura da soja, fitotoxicidade para a cultura do milho, semeado em diferentes épocas após a aplicação dos herbicidas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Com o crescimento da população mundial destacando-se alguns países, inclusive o Brasil, a demanda de produção de alimentos, fibras e energia é cada vez maior. Esta maior demanda sugere cada vez mais o uso de novas tecnologias, destacando a importância do controle das plantas daninhas, pragas e de doenças nas lavouras e o uso de insumos adequados.

A presença das plantas daninhas nas áreas cultivadas resulta na redução da produtividade, tanto pela competição direta pelos fatores de produção, quanto pela interferência sobre as plantas cultivadas, como ocorre no caso da alelopatia (Deuber, 1997).

Dentre os vários métodos de controle de plantas daninhas existentes, o controle químico é o mais utilizado, pois segundo Gazziero e Souza (1993), quase 25% do total de vendas de produtos químicos na agricultura brasileira refere-se a herbicidas para a cultura da soja, o que demonstra a importância do controle químico, preferido principalmente por ser prático, rápido e cultivo em grandes áreas, sendo a primeira cultura em consumo de herbicidas no Brasil.

Atualmente, tem-se evidenciado grande preocupação em relação ao comportamento dos herbicidas no solo, uma vez que mais de 50% deles são de aplicação em pré-emergência, e mesmo para aqueles aplicados em pós-emergência, ou seja, nas folhas das plantas, o destino final é sempre o solo (Pires, 1994).

### **2.1 Resíduos de herbicidas no solo**

Uma vez que os agroquímicos são usados, uma porção da dose aplicada permanecerá no solo. Um aspecto importante do modo de ação subsequente, portanto, é o espaço de tempo que o resíduo do herbicida persiste e permanece ativo no solo (Walker, 1987).

O período da sua permanência no ambiente pode definir a agressão ao meio e a outras culturas sucedâneas. Persistência é o período necessário para um defensivo perder sua atividade sob condições ambientais e quantidades normais aplicadas. São considerados não persistentes se perduram de 1 a 12 semanas; moderadamente persistentes, de 1 a 28 meses, e persistentes, de 2 a 5 anos (ANDEF, 1984).

Do ponto de vista agrônômico, um bom herbicida deve permanecer no ambiente o tempo suficiente para controlar as plantas daninhas e depois se dissipar completamente, evitando possíveis contaminações do ambiente e injúrias às culturas subsequentes. É importante o conhecimento da existência de limitações ou restrições da cultura sucedânea após determinado programa de aplicação de herbicidas, o que requer minuciosa interpretação dos níveis de resíduos no solo (Klingman e Ashton, 1975; Deuber, 1997).

No Brasil, para fins de registro, a periculosidade dos herbicidas é avaliada segundo algumas características, sendo uma delas a persistência no solo, para a qual 7,4% dos produtos encontram-se atualmente classificados como de alta persistência (superior a 3 meses), 27,9% pequena persistência (inferior a 3 meses) e 64,7% não-persistentes (Goellner, 1992).

Vários fatores podem afetar a persistência de um herbicida no solo. Blanco et. al. (1983) dizem que os mais importantes são a natureza química da formulação, a dose aplicada, as características do solo e os fatores climáticos.

Para Lavorenti (1996), os fatores ambientais, tais como a temperatura, umidade, vento, luz solar, pH, teor de matéria orgânica, oxigênio disponível, água, nutrientes, superfície mineral e biota (flora e fauna, macro e micro), que interagem com as propriedades físico-químicas do herbicida, resultam em diferentes padrões de comportamento, o que afetará diretamente a persistência do produto no solo. O mesmo autor afirma, ainda, que o destino de um herbicida no solo é o resultado final dado a uma molécula após sua entrada e atuação no



ambiente mediante os processos de retenção, transformação, transporte e a interação íntima entre os mesmos.

Outros autores, como An e Chen (1993); Cobucci (1996) e Monteiro (1996), afirmam que os herbicidas têm seu destino no solo diretamente ligado com a biodegradação, termo que se refere à transformação biológica de um composto orgânico para outra forma, sendo considerada sua principal rota de degradação no solo.

A persistência dos herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias é afetada pela temperatura do solo, umidade do solo e textura do solo. A persistência de sulfoniluréias é afetada proporcionalmente pelo aumento do pH do solo (Baughman et. al., 1996).

Anderson e Barret (1985) observaram que aumentando o conteúdo de umidade do solo, aumenta a degradação de chlorsulfuron em um solo barrento, mas não em um solo barro arenoso. Já Walker e Brown (1983) determinaram que a taxa de degradação de chlorsulfuron em um solo barro arenoso aumentou com o aumento da umidade do solo. Similarmente, Thirunarayanan, Zimdahl e Smika (1985) constataram aumento da degradação de chlorsulfuron em um solo barro argilo siltoso quando a umidade do solo foi aumentada de 25 para 75% da capacidade de campo. Finalmente, Anderson (1985) observou que aumentando a umidade do solo aumentou a taxa de degradação de chlorsulfuron em um solo barrento, mas não em um solo arenoso. Isto ocorre porque quanto maior a umidade do solo e menor o conteúdo de argila, menor a adsorção dos herbicidas pelo solo, ficando na solução do solo, podendo ser absorvidos pelas plantas, ser lixiviados ou ser degradado pelos microorganismos do solo. Este fato foi comprovado por Thirunarayanan, Zimdahl e Smika (1985) que observaram que em solos com menor conteúdo de umidade, a degradação foi menor; portanto, o efeito residual foi mais prolongado.

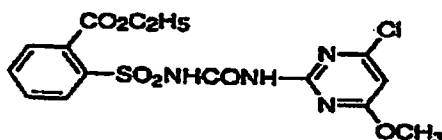
Vários métodos de estudos de resíduos de herbicidas no solo são utilizados, entre eles a espectroscopia, a cromatografia, que é um processo de separação de misturas moleculares, através de duas fases imiscíveis, no qual uma desloca-se em relação à outra. Ocorre, então, a separação dos componentes de uma amostra em duas fases, a móvel e a estacionária. A realização da separação acontece devido à interação do componente com a fase estacionária/fase móvel. Após a separação, é feita a identificação, através do uso de padrões, e posteriormente faz-se a quantificação (Meier, 1993). O bioensaio é um outro método que é muito utilizado por vários pesquisadores e consiste na determinação de resíduos de herbicidas através de uma planta teste sensível, avaliando-se as alterações de crescimento e produtividade (Novo et. al., 1997; Gazziero et. al., 1997).

A maior vantagem do bioensaio é a segurança de que a porção fitotóxica da molécula do herbicida está sendo efetivamente avaliada porque ela é extraída por meio de uma planta teste e, nos demais métodos experimentais, erros são introduzidos, principalmente nas extrações e purificações dos princípios tóxicos ou ativos do produto, além de ser um método de baixo custo, simples e rápido (Santelman, 1977 citado por Pires, 1994).

Fatores intrínsecos ao solo podem afetar a resposta das plantas testadas em bioensaios para verificação da influência dos resíduos de herbicidas.

## 2.2 Comportamento do chlorimuron

O herbicida chlorimuron-ethyl, nome químico etil 2-(((( 4-cloro-6-metoxi-pirimidina-2-il) amino) carbonil) amino) sulfonil) benzoato, é do grupo químico das sulfoniluréias, e apresenta a seguinte fórmula estrutural:



O chlorimuron foi registrado no Brasil para a cultura da soja, é utilizado em pós-emergência, controlando essencialmente plantas daninhas de folhas largas anuais, sendo mais efetivo quando estas se encontram na fase inicial de crescimento (até seis folhas); algumas gramíneas anuais são também afetadas quando a aplicação se faz no estágio inicial de crescimento, mas o produto não é recomendado para controle destas últimas (Rodrigues e Almeida, 1998). Existe, no mercado, a formulação 250 g/kg. A persistência no solo é alta, devendo observar-se um intervalo mínimo de 60 dias entre a aplicação e o uso do terreno para trigo, milho, feijão e algodão; para outras culturas, recomenda-se um bioensaio antes da semeadura (Rodrigues e Almeida, 1998).

Segundo os mesmos autores, o herbicida é absorvido tanto pelo sistema radicular como foliar e translocado pelo xilema e floema. Atua causando a inibição da síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina e paralisação da divisão celular, com conseqüente paralisação do crescimento; as plantas ficam amarelas, não se desenvolvem e, nas mais sensíveis, morre a gema apical e, por fim, toda a planta; a ação do produto é lenta, demorando de 7 a 21 dias para evidenciar a morte das plantas sensíveis; quanto à persistência no solo, sua meia-vida é de 7,5 semanas, sendo que a persistência é maior em solos de acidez fraca e neutra do que em solos ácidos e climas quentes; possui baixa mobilidade em solos argilosos e alta em arenosos.

Para chlorimuron-ethyl (doravante denominado apenas chlorimuron), a recomendação de rótulo é de que haja um intervalo de pelo menos 120 dias entre a aplicação do produto e a semeadura de culturas, tais como trigo ou milho em rotação com soja. Existe, ainda, a indicação de que sejam realizados bioensaios antes da semeadura de outras culturas na rotação com soja (Fleck e Vidal, 1993). Esta recomendação está de acordo com Johnson e Talbert (1993), que constataram efeito residual de chlorimuron em girassol e vários vegetais cultivados até 16 semanas após a aplicação.

Trabalhos conduzidos por Baughman et. al. (1996), nos anos de 1988, 1989 e 1990 no Mississippi e em 1988 e 1989 no Tennessee, para determinar o efeito do manejo sobre a persistência do chlorimuron, utilizando a cultivar de milho "Pioneer 3245" como planta teste, constataram que a meia-vida do chlorimuron foi de 10 a 31 dias maior em ambos os sistemas de manejo (convencional e não convencional) no Mississippi em 1988, quando comparado aos anos de 1989 e 1990. Isso provavelmente foi devido à baixa umidade do solo imediatamente após a aplicação em 1988. Já no Tennessee, no ano de 1988 a meia-vida do chlorimuron foi 71 dias menor no sistema de manejo convencional, quando comparado com 1989. Porém, não houve diferença entre locais no sistema de manejo convencional em 1989. A diferença na persistência de chlorimuron entre anos e locais poderia ser atribuída à diferença de umidade e temperatura, porque o pH do solo não afetou a persistência do produto.

Apesar da persistência das sulfoniluréias no solo ser afetada principalmente pela decomposição química, decomposição pelas plantas e adsorção aos colóides do solo, Beckie e Mckercher (1989) constataram que sob pH baixo (5,5 a 6,9), a persistência das sulfoniluréias era menor do que sob pH elevado (7,6 a 8,1), sendo atribuída à degradação química por hidrólise mais acentuada no primeiro caso.

Estudando o efeito residual potencial de chlorimuron sobre a cultura do girassol, Fleck e Vidal (1993) observaram redução da área foliar e da matéria seca da parte aérea das plântulas de girassol com o aumento da dose de chlorimuron. As plântulas que se desenvolveram em área tratada, já com a menor dose deste composto, mostraram índices menores de área foliar e matéria seca do que a testemunha.

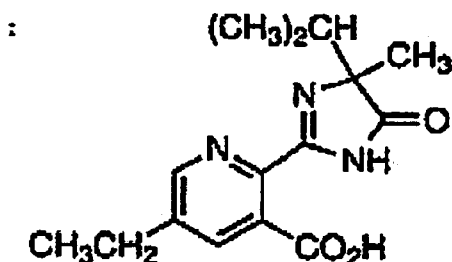
A estatura das plantas, em quaisquer das duas épocas de avaliação (31 dias após tratamento (DAT) e 110 DAT), não foi influenciada pelo incremento da dose do produto. Comparando-se as plantas da testemunha com as da menor

dose de chlorimuron, foram detectadas reduções significativas na estatura das plantas, na área foliar e matéria seca da parte aérea na avaliação aos 31 DAT, sendo este período muito fitotóxico. Contudo, na avaliação realizada aos 110 DAT e com o incremento da dose, tal diferença não foi observada, coincidindo com os resultados obtidos por Johnson e Talbert (1993) no Arkansas, Estados Unidos.

Os resultados obtidos pelos autores indicaram que o efeito do produto sobre o girassol não foi dependente do modo de aplicação ao solo, estando de acordo com os resultados obtidos por Wesley, Shaw e Barrentine (1989) e Johnson e Talbert (1993), que também não constataram diferenças no desempenho deste herbicida, quando aplicado em PPI e PRÉ no controle de diversas espécies de plantas daninhas. Os autores atribuíram este resultado à ocorrência de precipitação pluvial acentuada após a aspersão do herbicida. De fato, nos trabalhos realizados por Fleck e Vidal (1993) e Johnson e Talbert (1993), também ocorreram precipitações acentuadas (270 mm durante os primeiros 40 DAA, distribuídas em 16 dias), as quais devem ter distribuído o herbicida no perfil do solo.

### 2.3 Comportamento do imazethapyr

O herbicida imazethapyr, nome químico ácido 2-{4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo}-5-etil-3-piridinacarboxílico, é do grupo químico das imidazolinonas, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Registrado no Brasil exclusivamente para a cultura da soja, é recomendado para aplicação em pós-emergência precoce, para controle de dicotiledôneas no estágio de folhas cotiledonares até a quarta folha e monocotiledôneas entre primeira e a quarta folha, o que geralmente acontece entre 5 e 15 dias após o plantio da soja. Além da ação na parte aérea, possui também ação radicular, o que proporciona uma eficácia continuada sobre a sementeira das plantas daninhas (Rodrigues e Almeida, 1998). Existe no mercado a formulação 100 g/L.

A absorção do imazethapyr pelas plantas é radicular e foliar, sendo translocado pelo xilema e floema, acumulando-se nos meristemas de crescimento, provocando-lhes clorose, morte do ponto de crescimento e, finalmente, morte total das plantas (Rodrigues e Almeida, 1995). As imidazolinonas atuam nas espécies sensíveis inibindo a síntese do ácido acetohidróxido sintase (AHAS), conhecida também como acetolactato sintase (ALS), uma enzima comum no processo de biossíntese de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina (Anderson e Hibberd; 1985). Esta inibição interrompe a síntese protéica que, por sua vez, interfere na síntese de DNA e no crescimento celular e desenvolvimento de plantas superiores (Congleton, Vancantfort e Lignowski, 1987).

Uma das características de grande importância dos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas é a longa persistência no solo. Em condições edafoclimáticas da região produtora de soja dos EUA, a dissipação de 80% de herbicidas derivados deste grupo no solo ocorre até aos 60 dias após aplicação. Todavia, foi necessário um período superior a 160 dias para a completa degradação (Loux, Lieb e Slife, 1989). Já Mills e Witt (1989), citados por Johnson e Talbert (1996), consideraram a meia vida destes produtos no solo de apenas 60 dias. Sua degradação no solo, além de ser lenta, é essencialmente por via microbiana e em condições aeróbicas, não sendo observada degradação

anaeróbica (Goetz, Lavy e Gbur, 1990; Loux e Reese, 1992; Rodrigues e Almeida, 1998).

A persistência de herbicidas do grupo das imidazolinonas no solo é influenciado pelo grau de adsorção do solo, conteúdo de umidade do solo, temperatura e quantidade de exposição à radiação solar (Allen e Casely, 1987; Malik et. al., 1988; Mangels, 1991). Fotodecomposição contribui muito pouco para a degradação de imidazolinonas quando o herbicida é incorporado ao solo (Curran et. al., 1992; Goetz, Lavy e Gbur, 1990).

A adsorção desses produtos pelos colóides do solo aumenta com a diminuição do pH (Stougaard, Shea e Martin, 1990). Em pH acima de 4,0, os grupos carboxílicos do imazamethabenz e imazethapyr dissociam, e a adsorção resultante do herbicida aniônico é desprezível (Mangels, 1991). Já em pH 8,0, somente a forma ionizada foi observada até na presença de argila. Decréscimo na adsorção e persistência foi observada quando o pH caiu de 6,5 para 4,5 (Loux, Lieb e Slife, 1989). Injúrias em cultivos seguidos ao uso de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas também aumentaram quando o pH do solo diminuiu de 7,7 para 6,0 (Fellows et al., 1990), indicando que redução da adsorção, em pH 6,0, não protege as culturas dos resíduos desses herbicidas.

Em trabalhos realizados em Londrina - PR, na safra agrícola 94/95 por Gazziero et al. (1997) e 95/96 por Ulbrich, Rodrigues e Lima (1998), foram avaliados os efeitos residuais no solo dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, utilizados na soja, sobre a cultura sucessiva do milho safrinha. O herbicida imazaquin foi aplicado em PPI nas doses de 120 e 240 g.i.a/ha e o herbicida imazethapyr foi aplicado em PRÉ nas doses de 80 e 160 g.i.a/ha. As épocas de semeadura do milho safrinha foram 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a aplicação (DAA). Os autores constataram que o imazaquin causou dano praticamente total às plantas, enquanto o imazethapyr proporcionou uma injúria de 30-40% na dose de 80 g.i.a/ha. Nos plantios após 120 DAA, esses sintomas

foram diminuindo gradativamente até desaparecerem, sendo que aos 87 e 112 DAA para imazethapyr e imazaquin, respectivamente, não houve diminuição na produtividade do milho semeado após a aplicação da dose normal desses produtos, ou seja, mesmo havendo fitotoxicidade no início do desenvolvimento das plantas de milho, essas se recuperaram, apresentando produtividade normal após esses intervalos.

Ambos os trabalhos, os autores confirmaram a alta sensibilidade das plantas de pepino a esses herbicidas, demonstrando maior sensibilidade do que o milho, sendo os efeitos observados até 127 e 135 DAA para imazethapyr (80 g.i.a/ha) e para imazaquin (120 g.i.a/ha), respectivamente, não havendo mais interferência após estes intervalos. Outro trabalho com esses produtos foi realizado no município de Eldorado do Sul - RS, por Fleck e Vidal (1994), os quais avaliaram os efeitos residuais dos herbicidas imazaquin e imazethapyr sobre a cultura do Girassol, aplicados nas doses de 150, 75 e 15 g.i.a/ha e 100, 50 e 10 g.i.a/ha, respectivamente. Segundo estes autores, nas avaliações de estatura das plantas, realizadas tanto aos 31 DAT como aos 110 DAT, imazaquin e imazethapyr não apresentaram comportamento diferenciado em função das épocas de aplicação. Nas duas avaliações, ambos os herbicidas, na menor dose, não promoveram redução da estatura, quando comparados à testemunha. Contudo, na avaliação realizada aos 31 DAT, promoveram redução linear da mesma com o incremento da dose. Aos 110 DAT, verificou-se redução da estatura com incremento da dose de imazaquin, enquanto plantas tratadas com imazethapyr não mostraram redução desse parâmetro.

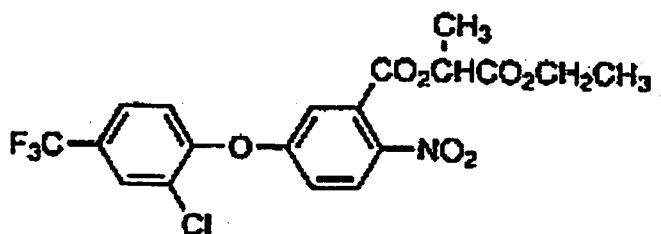
Nenhuma das avaliações realizadas indicou interação de épocas de aplicação e doses de imazaquin. O girassol recuperou-se dos sintomas de intoxicação de imazethapyr com o decorrer do tempo, mas não se recuperou da intoxicação promovida pela dose plena de imazaquin ou metade dela (Fleck e Vidal, 1994).



Trabalhos foram realizados por Costa (1997) com o objetivo de avaliar o efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr, sobre as culturas de milho e sorgo, no sistema de sucessão à cultura da soja. O imazethapyr a 200 g.i.a/ha, ou seja, dobro da dose recomendada, apresentou inibição significativa no desenvolvimento das plantas de sorgo semeadas aos 120 e 135 DAA. Concordando com os resultados obtidos por Silva; Karam e Archângelo (1997) e Silva, Archângelo e Karam (1997) não verificaram nenhum efeito dos herbicidas imazethapyr e imazamox 120 dias, 116 dias e 212 dias entre a aplicação desses produtos na soja e o plantio do milho BR 201 e do sorgo BR 300. Aos 150 DAA da dose recomendada, nenhum dos herbicidas influenciou o desenvolvimento das culturas sucessoras (milho e sorgo). No entanto, com o imazethapyr no dobro da dose recomendada, foram observados menor altura de plantas e menor comprimento de panícula do sorgo (Costa, 1997). Já Silva et al.(1997) e Almeida e Leite (1997) não verificaram nenhuma fitotoxicidade à cultura do milho e do sorgo aos 90 DAT, quando o imazethapyr foi aplicado na dose de 70 g.i.a/ha. Para os solos tratados com 100 e 200 g.i.a/ha, os sintomas de fitotoxicidade para o milho foram muito leves a moderados, respectivamente. O sorgo demonstrou maior sensibilidade aos resíduos de imazethapyr, sendo observados, aos 90 DAT, sintomas moderados de fitotoxicidade em plantas cultivadas em parcelas provenientes de tratamentos com 100 g.i.a/ha, e sintomas muito fortes em plantas cultivadas em áreas tratadas com 200 g.i.a/ha deste herbicida.

#### 2.4 Comportamento do lactofen

O herbicida lactofen, nome químico 1'-(carboetoxi)etil 5-(2-cloro-4-(trifluoro-metil)fenoxi)2-nitrobenzoato, é do grupo químico dos difenil-éteres e apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Registrado no Brasil e outros países para amendoim, arroz e soja, controla um largo espectro de plantas daninhas de folha larga anuais, incluindo algumas consideradas problema, como o amendoim-bravo (*Euphorbia heterofila*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), joá-bravo (*Solanum sisymbriifolium*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), sendo que estas plantas daninhas citadas requerem a dose mais alta de aplicação. Aplica-se em pré ou pós-emergência das plantas, com estas no estágio das 2-4 folhas, podendo, nas mais sensíveis, ir até o estágio de seis folhas. O produto provoca fitotoxicidade inicial da soja, com clorose e necrose foliar e redução de crescimento; porém, a cultura se recupera. Para controle de gramíneas usam-se graminicidas pré-emergentes ou, no caso de herbicidas de aplicação em pós-emergência, emprega-se lactofen após três ou mais dias após a aplicação de graminicidas, pois a aplicação simultânea ou em mistura no tanque afeta a eficácia dos graminicidas (Rodrigues e Almeida, 1998). Existe na formulação de concentrado emulsionável, 240 g/L.

Segundo os mesmos autores, a absorção se faz pelas folhas de tecidos verdes das plantas e, com menor intensidade, via radicular. A translocação é muito limitada, atuando essencialmente por contato. Conforme afirma Vidal (1997), o lactofen atua na enzima PROTOX (EC 1.3.3.4), que está presente na rota de síntese das porfirinas ou tetrapiroles (clorofila). Quando PROTOX é

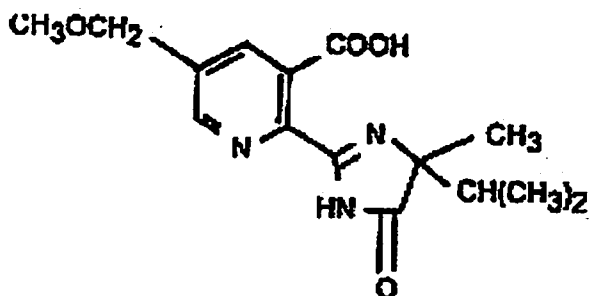
inibida, ocorre acúmulo de Proto IX no cloroplasto e este extravasa (via difusão) para o citoplasma, se oxidando naturalmente e formando protoporfirina IX. No citoplasma, a protoporfirina IX atua como um composto fotodinâmico e interage com oxigênio (na presença de luz), produzindo radicais livres de oxigênio ( $^1O_2$ ), os quais promovem destruição de membranas celulares e posterior morte das plantas.

Lactofen é fortemente adsorvido aos colóides do solo, sendo a atividade de pré-emergência praticamente nula nos terrenos de textura argilosa e alto teor de matéria orgânica e altamente resistente à lixiviação. A degradação é principalmente microbiana e a persistência média no solo às doses recomendadas é de 4 a 6 semanas, quando aplicado em pré-emergência, e apresenta uma vida média no solo de um a dois meses (Thomsom, 1983; Taylor, 1985). O intervalo de segurança para a soja é de 84 dias entre a aplicação e a colheita (Rodrigues e Almeida, 1998).

Trabalhos conduzidos por Brito et al. (1995 e 1996) utilizando 9 cultivares de soja, observou-se que decorridos 20 dias após a aplicação do lactofen, nenhum cultivar, em nenhum estágio de aplicação do herbicida, conseguiu recuperar-se totalmente, isto é, não se obteve o mesmo peso de matéria seca das plantas testemunhas, sendo que, em média, a redução ficou em torno de 37%. Segundo os mesmos autores, as cultivares apresentaram maior capacidade de recuperação quando a aplicação foi realizada no estágio mais avançado do desenvolvimento da planta ( $V_4$ ), o que comprova as observações feitas por Thomsom (1983) e Almeida e Rodrigues (1985), que recomendam que as aplicações devem ser feitas quando a soja estiver no estágio  $V_3$  ou  $V_4$ .

## 2.5 Comportamento do imazamox

O herbicida imazamox, de nome químico ácido nicotínico 2-(4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-Imidazolin-2-il)-5-(metoximetil), é do grupo químico das imidazolinonas e apresenta a seguinte fórmula estrutural (Rodrigues e Almeida, 1998):



Imazamox é registrado no Brasil para o controle de folhas largas em feijão e soja conforme a marca comercial, em pós-emergência precoce (PÓSp) das plantas daninhas, com estas no estágio de 2 a 4 folhas e a cultura entre o 1º e o 3º trifólio (Rodrigues e Almeida, 1998); é recomendado na dose de 35 a 45 g.i.a/ha, controlando um largo espectro de plantas daninhas folhas largas e gramíneas (Hatzios, 1998).

O produto geralmente é rapidamente absorvido pelas folhas. A absorção radicular é baixa. O imazamox é translocado pelo xilema e floema, acumulando-se nos meristemas de crescimento; provocando-lhes necrose; inibindo a síntese do ácido acetohidróxido (AHAS), também conhecido como acetolactato sintase (ALS), uma enzima comum no processo de biossíntese de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada: valina, leucina e isoleucina; esta inibição interrompe a síntese protéica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular. Os primeiros sintomas da atividade herbicida se manifestam na interrupção do crescimento, que ocorre dentro de 48 horas após a aplicação.

Estes sintomas e a velocidade de ação nas plantas daninhas sensíveis dependem da espécie, do estágio de crescimento e das condições ambientais. Os sintomas mais comuns são clorose foliar, morte do ponto de crescimento e, finalmente, morte total das plantas daninhas (Vidal, 1997; Rodrigues e Almeida, 1998; Hatzios, 1998). A persistência média no solo varia de 15 a 30 dias e sua degradação é essencialmente por via microbiana e hidrólise, não ocorrendo em condições anaeróbicas (Basham e Lavy, 1987; Malefyt e Quakenbush, 1991; Rodrigues e Almeida, 1998; Hatzios, 1998). Em trabalhos realizados por Cobucci, Prates e Falcão (1998) em Goiás, foi constatado que a meia vida do imazamox no solo foi de 25,9 dias. Os mesmos autores também constataram diferenças no comportamento de imazamox nos dois locais e nos dois anos de condução dos experimentos; em 1995, o tempo de dissipação do herbicida foi 5,4 dias maior em Goiânia do que em Jussara e, em 1996, esse tempo de dissipação caiu para um 1,6 dias para os mesmos locais. Esta diferença pode ser atribuída à menor precipitação em 1995 e ao alto conteúdo de argila e matéria orgânica nos solos de Goiânia.

Segundo recomendações técnicas do fabricante, o imazamox difere dos demais derivados das imidazolinonas por apresentar menor período residual no solo, possibilitando a utilização de cultura sucessiva de milho em relação à cultura da soja tratada com este produto (CYANAMID, 1997). Isto está de acordo com os resultados obtidos por Costa(1997) e Silva et al.(1997), que trabalhando com milho e sorgo em casa de vegetação, constataram que o imazamox tanto na dose recomendada (50 g.i.a/ha), quanto no dobro da dose, não provocou toxicidade às plantas de sorgo, quando estas foram semeadas aos 90 DAA. Porém, para o imazethapyr, a toxicidade foi superior a 90 DAA. Silva, Karam e Archângelo (1997a; 1997b) e Silva, Archângelo e Karam (1997), em trabalhos conduzidos em condições de campo, com milho safrinha e sorgo em sucessão à soja e milho em sucessão ao feijão, sendo semeados 120, 116 e 212

DAA, respectivamente, não detectaram nenhum efeito residual para essas culturas após esses períodos, podendo, portanto, estas culturas serem semeadas após esses períodos sem nenhum risco de fitotoxicidade às mesmas. Costa(1997) também obteve os mesmos resultados, sendo o efeito significativo apenas para os parâmetros altura de plantas no milho e altura de plantas e comprimento de panícula na cultura do sorgo. Já em trabalhos conduzidos por Cobucci, Prates e Falcão (1998), o período e a aplicação do herbicida e a semeadura das culturas em sucessão variou de acordo com a sensibilidade da cultura e a persistência do produto no solo, sendo que, para a dose de 40 g.i.a/ha, este tempo variou de 68 a 111 dias para o milho, 78 a 139 dias para sorgo, 25 a 75 dias para arroz e de 42 a 82 dias para o milheto. Portanto, para culturas em sucessão que a semeadura seja feita até 75 dias após a aplicação do imazamox (40 g.i.a/ha), a probabilidade de injúria é alta.

## 2.6 Milheto

### 2.6.1 Taxonomia e origem

O milheto pertence à família Poaceae (Gramineae), subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, subtribo Panicinae, gênero *Pennisetum* seção *Penicillaria* (Jauhar, 1981).

A referida planta está relacionada ao gênero *Pennisetum*, que provém da combinação de duas palavras latinas, *penna*, que significa pena, e *seta*, significando pêlo, uma referência aos pêlos plumosos de algumas espécies, sendo conhecida pelo nome de *Pennisetum glaucum*, *P. typhoides* e *P. americanum*.

Segundo Purseglove (1972), o centro de origem mais provável do milheto situa-se na zona do Sahel, oeste da África, onde existe maior número de

formas cultivadas e selvagens. Apenas uma ou duas espécies selvagens foram domesticadas e as outras raças subsequentes evoluíram por seleção em novos ambientes. Na África Ocidental possuem espiguetas densamente pilosas, diferindo das variedades da África Oriental e da Índia, que são glabras ou possuem pequena pilosidade. A Índia é considerada o centro secundário de origem do milheto.

Sua introdução na Europa foi realizada através de sementes coletadas na Índia e enviadas à Bélgica por volta de 1566, chegando aos Estados Unidos da América no ano de 1850.

No Brasil, os primeiros relatos de sua presença, são oriundos do Rio Grande do Sul, mais precisamente da Estação Zootécnica de Montenegro, datados de 1929, onde foi avaliado por Anacreonte A. Araújo (Medeiros, 1977).

### **2.6.2 Características morfológicas**

O milheto é uma planta anual, de porte ereto, podendo atingir até 4 a 5 m de altura, possui colmos cheios, grossos ou delgados, apresenta-se com nós pilosos abaixo da panícula e tem boa capacidade de perfilhamento.

Apresenta capacidade de produzir grãos em condições extremamente seca e em solos de baixa fertilidade; entretanto, responde muito bem a adubações ou solos mais férteis. O ciclo da planta é de aproximadamente 130 dias. A produção de sementes varia de 500 a 1500 kg/ha. As variedades cultivadas atualmente são a comum, a BN-1 e a BN-2 (Salton e Kichel, 1997).

A tolerância à baixa precipitação depende principalmente da rapidez do crescimento e da precocidade do ciclo (Bogdan, 1977).

A tolerância à seca deve-se ao rápido crescimento e desenvolvimento, associados a uma rápida e profunda penetração das raízes. No entanto, no início do seu ciclo, essa tolerância diminui substancialmente.

Nas condições do Sistema de Plantio Direto, a ocorrência de precipitações entre 30 e 40 mm viabiliza boa formação da lavoura (Salton e Kichel, 1997).

As temperaturas adequadas para o desenvolvimento do milho são de 28° C para o período diurno e de 20° C no período noturno (Duarte, 1980). Porém, para a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (1982), as temperaturas ideais durante o dia são, máxima de 40° C, mínima de 25° C, sendo a ótima de 35° C. O milho apresenta suscetibilidade acentuada à temperatura inferior a 10° C.

### **2.6.3 Importância econômica**

O milho é utilizado na África e Índia como cultura de subsistência, servindo principalmente como alimento em regiões marginais para as outras culturas, ocupando uma área de 26 milhões de hectares (Andrews e Kumar, 1992). Precipitações de apenas 150 mm anuais, no Sahel, não permitem outro cultivo senão o milho.

Na África e Ásia é usado para consumo humano, servindo como farinha para panificação e bolos, mingau, e também como malte para fabricação de cerveja.

No Brasil, o milho é recomendado para produção de palha e cobertura do solo no Sistema de Plantio Direto, por apresentar elevada taxa de crescimento, proporcionando rápida cobertura do solo. Para alimentação animal, pode ser utilizado como forrageira anual de verão em pastejo direto, para corte, feno, silagem e colheita dos grãos para rações (Salton e Kichel, 1997).



#### 2.6.4 Semeadura

No plantio convencional, o solo deve estar bem preparado, de modo a evitar o seu polvilhamento, pois com o encrostamento superficial, demonstra dificuldades na emergência. Na semeadura, a profundidade ideal da semente é de até 4cm (Sivaprasad e Sarma, 1987), observando um mínimo de terra cobrindo a mesma.

A semeadura poderá ser efetuada a lanço ou em linha, sendo a última preferencial. O espaçamento pode variar de 20 a 50 cm entre linhas, sendo o menor para formação de cobertura do solo e o maior para produção de sementes. O consumo de sementes é de 15 a 20 kg/ha para semeadura em linha; a lanço, a quantidade aumenta em 20%. No caso de sobressemeadura, em lavouras de soja, utilizam-se 30 a 35 kg de sementes/ha (Salton e Kichel, 1997).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

As pesquisas foram conduzidas nos anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99, em área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras está localizada na região sul de Minas Gerais, a uma altitude de 918 metros acima do nível do mar, latitude 21° 14' S e longitude 45° 00' W (Brasil, 1992). A região apresenta temperatura média de 22,1° C no mês mais quente e de 15,8° C no mês mais frio, com média anual de 19,4° C. A precipitação total anual é de 1529,7 mm, a evaporação total no ano é de 1034,3 mm e a umidade relativa média anual é de 76,2% (Brasil, 1992). Segundo a classificação de Köeppen, encontrada em Vianello e Alves (1991), o



clima da região é do tipo Cwa, temperado úmido (com verão quente e inverno seco), caracterizado por um total de chuvas de 23,4 mm no mês mais seco e de 295,8 mm no mês mais chuvoso. As variações de temperatura máxima e mínima do ar, precipitações pluviais e umidade relativa do ar, ocorridas durante a condução dos experimentos, estão representadas nas Figuras 1 e 2 (dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras - MG, situada no campus da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).

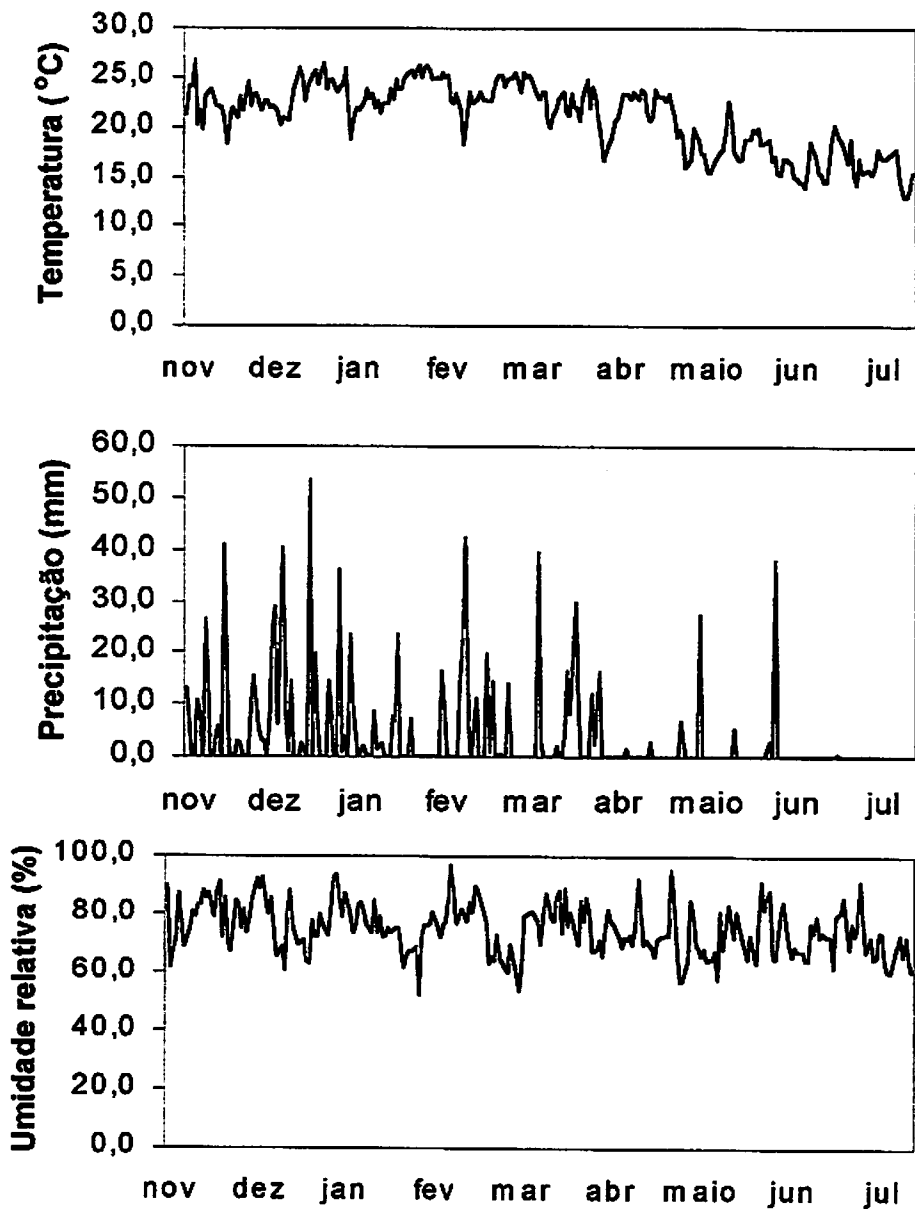
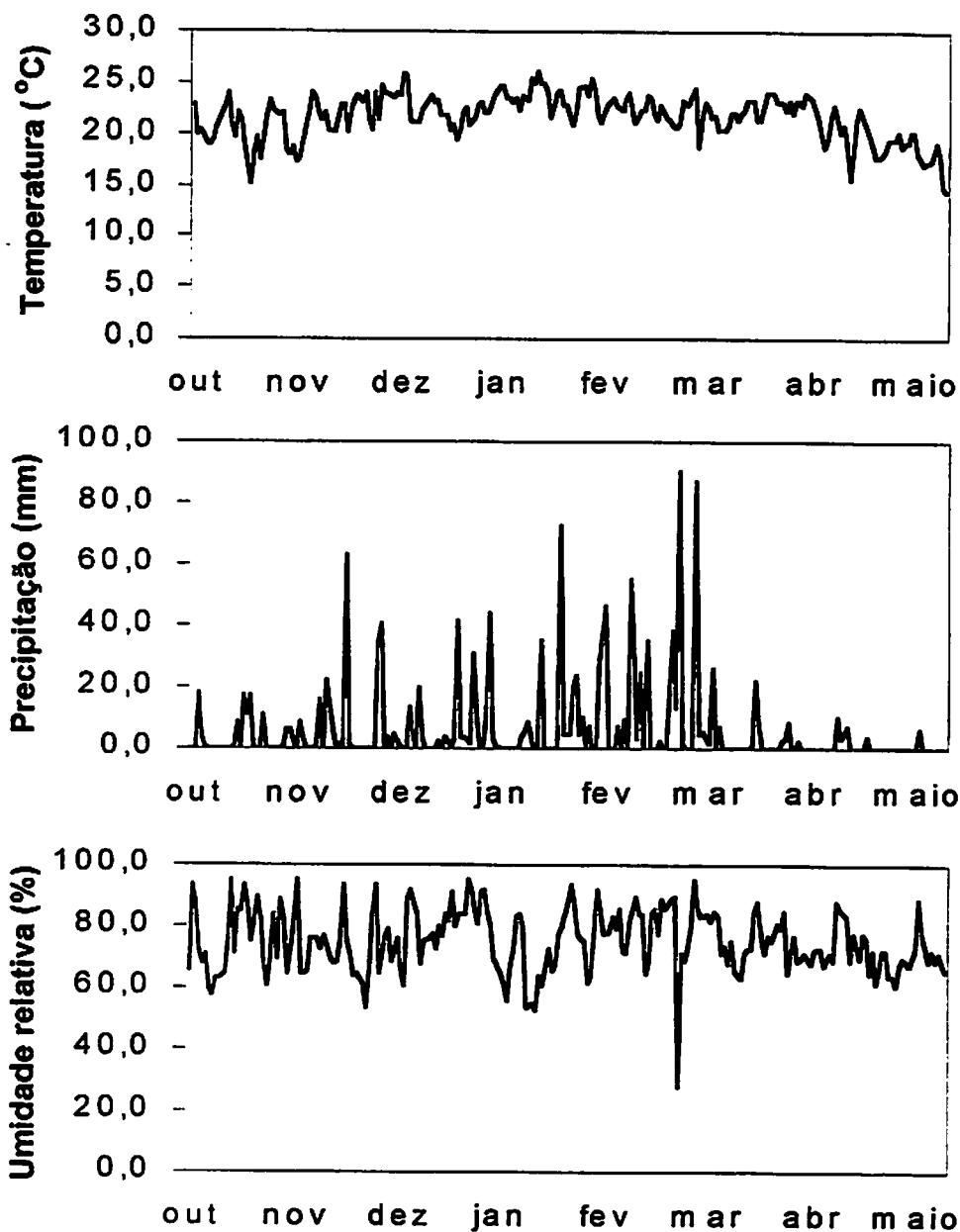


FIGURA 1. Temperatura média do ar, precipitações pluviiais diárias e umidade relativa observadas durante o período de condução do experimento 97/98. UFLA, Lavras - MG.



**FIGURA 2.** Temperatura média do ar, precipitações pluviiais diárias e umidade relativa observadas durante o período de condução do experimento 98/99. UFLA, Lavras - MG.

O solo foi classificado como Latossolo Roxo distrófico, com textura argilosa, de relevo suavemente ondulado originalmente sob cerrado (Freire, 1979). Os dados da análise química e física do solo nas áreas dos experimentos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Análise química e física do solo (profundidade de 0 a 20 cm) na área experimental. UFLA, Lavras - MG, 97/98 e 98/99<sup>(1)</sup>.

Características	Análise química	
	Experimento 97/98	Experimento 98/99
PH em água	6,1	6,0
Matéria orgânica (dag/kg)	2,58	2,65
H + Al (mmolc/dm <sup>3</sup> )	1,5	1,7
Cálcio (mmolc/dm <sup>3</sup> )	3,3	3,2
Magnésio (mmolc/dm <sup>3</sup> )	0,9	0,8
Alumínio (mmolc/dm <sup>3</sup> )	0,0	0,0
Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )	80	83
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	10	12
Soma de bases (mmolc/dm <sup>3</sup> )	4,4	4,2
Saturação de bases (V%)	74,6	71,2
CTC (mmolc/dm <sup>3</sup> )	5,9	5,9
CTC efetiva (mmolc/dm <sup>3</sup> )	4,4	4,2
Saturação de Al (%)	0,0	0,0
Análise física		
Areia (%)	19,5	19,0
Silte (%)	27,5	28,0
Argila (%)	53,0	53,0

<sup>(1)</sup> Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da UFLA. Segundo Vettori (1969) com modificações da EMBRAPA (1979).

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas em faixas, com quatro repetições, sendo que

cada bloco foi constituído de quatro parcelas e cada uma destas foi dividida em cinco subparcelas, perfazendo um total de 20 subparcelas por bloco. A área total da parcela foi de 75m<sup>2</sup> (15m x 5m), cada subparcela com área total de 15m<sup>2</sup> (3,0m de largura x 5,0m de comprimento) e cada bloco com área total de 300m<sup>2</sup> (15m de largura x 20m de comprimento).

As parcelas foram constituídas dos tratamentos, conforme Tabela 2, sendo utilizados os produtos comerciais Classic (chlorimuron-ethyl), Pivot (imazethapyr), Cobra (lactofen) e Raptor (imazamox); as doses utilizadas em pós-emergência para a cultura da soja estão de acordo com Rodrigues e Almeida (1998).

TABELA 2. Tratamentos usados nas parcelas dos experimentos. UFLA, Lavras-MG, 97/98 e 98/99.

Tratamentos	Produto	Dose(g/ha)	Forma de aplicação
1	Testemunha	-	-
2	Chlorimuron	20	Pós-emergência
3	Imazethapyr	98	Pós-emergência
4	Lactofen	180	Pós-emergência
5	Imazamox	28	Pós-emergência

Os tratamentos nas subparcelas foram constituídos pelas épocas de semeadura do milho em dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas na soja, sendo que cada semeadura foi realizada espaçada de 21 em 21 dias após a aplicação dos herbicidas na soja, conforme Tabela 3.

**TABELA 3. Épocas de semeadura do milho em dias (sub-parcelas) após a aplicação (DAA) dos herbicidas na cultura da soja. UFLA, Lavras-MG, 97/98 e 98/99.**

Épocas	Experimento 97/98 Semeadura do milho	Experimento 98/99 Semeadura do milho
1ª (21 DAA)	11/01/98	15/12/98
2ª (42 DAA)	01/02/98	05/01/99
3ª (63 DAA)	22/02/98	26/01/99
4ª (84 DAA)	15/03/98	16/02/99

### 3.3 Instalação e condução

O solo foi preparado através de uma aração e duas gradagens em toda a área dos experimentos. Foi utilizada a cultivar de soja Garimpo, semeada mecanicamente no dia 18/11/97 e 23/10/1998, primeiro e segundo experimento, respectivamente, utilizando-se uma semeadora/adubadora Jumil 2040<sup>sup</sup> de 3 linhas, com 20 sementes por metro linear, espaçadas de 50 cm, utilizando uma adubação na linha de 400 kg/ha da formulação 04-14-08.

A aplicação dos tratamentos foi efetuada com a utilização de um pulverizador costal, equipado com barra de 4 bicos Teejet com pontas de jato leque 110.02, pressurizado a CO<sub>2</sub>, a uma pressão constante de 2,76 kgf/cm<sup>2</sup>, utilizando-se água como veículo de distribuição, com vazão de 200 litros/ha. A pulverização do primeiro experimento foi realizada no dia 21/12/97, das 16:30 às 18:00 horas, com temperatura de 24° C, umidade relativa de 66% e, para o segundo experimento, a pulverização foi realizada no dia 24/11/1998, das 16:00 às 17:30 horas, com temperatura de 22° C, umidade relativa de 68%. Em ambas aplicações o solo estava próximo da capacidade de campo.

A semeadura do milho foi realizada nas entrelinhas da soja após a dessecação da mesma com 0,8 kg/ha de paraquat (Gramoxone 200), em cada uma das épocas correspondentes ao tratamento das subparcelas (21, 42, 63 e 84 DAA) com 14 kg de sementes/ha. Não foi utilizada adubação no milho, sendo que este foi cultivado apenas com o resíduo do adubo da cultura da soja, condição geralmente utilizada nos cerrados da região Centro - Oeste.

A variedade de milho utilizada foi a "Crioula" (*Pennisetum glaucum*), que apresenta porte alto, desenvolvimento uniforme e panículas com 50 cm ou mais. O controle de plantas daninhas na cultura da soja e do milho foi realizado manualmente, evitando, com isso a movimentação do solo; a testemunha foi mantida sempre no limpo, através de capinas manuais.

### **3.4 Variáveis avaliadas**

Foram avaliados, na cultura do milho, o grau de fitotoxicidade visual, altura das plantas(cm), altura da panícula(m), número de panículas, peso das panículas(t/ha), peso de matéria seca(t/ha) e rendimento de grãos(kg/ha).

As avaliações visuais de fitotoxicidade dos herbicidas sobre a parte aérea das plantas do milho foram realizadas 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura (DAS), nas quatro épocas, tomando-se como base a escala EWRC, modificada por FRANS (1972) (Tabela 4). A cada parcela foi atribuída a nota média de três avaliadores.



**TABELA 4 - Escala visual de toxicidade utilizada para avaliação do efeito residual de herbicidas no solo sobre as plantas de milho. UFLA, Lavras-MG, 2000.**

Escala	Toxicidade (%)	Característica da toxicidade
1	0	Nula (testemunha)
2	1,0 - 3,5	Muito leve
3	3,5 - 7,0	Leve
4	7,0 - 12,5	Nenhum reflexo na produção
5	12,5 - 20,0	Média
6	20,0 - 30,0	Quase forte
7	30,0 - 50,0	Forte
8	50,0 - 99,0	Muito forte
9	100	Morte

Fonte: EWRC, modificada por Frans (1972).

A altura das plantas foi determinada nas quatro avaliações, no desenvolvimento inicial da cultura (21, 28, 35 e 42 DAS) e na colheita, tomando-se aleatoriamente 10 plantas dentro da área útil da subparcela. A medida foi realizada com régua graduada, do nível do solo ao início do cartucho nas avaliações iniciais e do nível do solo à inserção da folha bandeira para a medida da altura, por ocasião da colheita.

A altura da panícula foi mensurada com régua graduada, da distância entre o nível do solo e o início da panícula, tomando-se aleatoriamente 10 plantas dentro da área útil da subparcela.

Para número de panículas, foram coletadas manualmente e contadas todas as panículas da área útil da subparcela. Após a contagem, todas as panículas foram pesadas em uma balança de precisão, obtendo, com isso, o parâmetro peso das panículas.

Para peso de matéria seca da parte aérea, foram cortadas rente ao solo todas as plantas da área útil da subparcela, logo em seguida pesadas, obtendo o peso total. Em seguida, foram trituradas num triturador de forragem para silagem, retirando-se 1,0 kg de palha, que foi colocada em estufa a uma temperatura de 68° C até peso constante. Em seguida multiplicou-se este peso total de palha, obtendo-se, com isso, o peso de matéria seca.

A produtividade de grãos foi obtida através da colheita manual de todos os cachos da área útil da subparcela. Foi feita a debulha das panículas manualmente, usando-se depois peneiras aro 60 e aro 30 para retirar as impurezas. A produção foi obtida pesando-se os grãos, sendo os dados transformados para kg/ha e corrigidos para 13% de umidade pela fórmula:

$$P = \frac{Pc (100-Uo)}{(100-Ui)} \quad \text{onde:}$$

P - peso corrigido;

Pc - peso de campo;

Uo - Umidade de campo;

Ui - umidade de correção (13%).

### 3.5 Análises estatísticas

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância usando-se o teste F. Para o efeito dos tratamentos dentro das épocas, procedeu-se a análise de variância dos dados, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, e para o efeito entre as épocas dos tratamentos em relação à testemunha, fez-se a avaliação utilizando-se regressão polinomial (Pimentel Gomes, 1987). Não foi realizada análise conjunta dos experimentos porque no experimento 1, perdeu-se uma época de semeadura (63 DAA) devido à

ocorrência de veranico por ocasião da semeadura desta época e também porque foi feito desbaste no primeiro experimento e no segundo não. Fez-se regressão polinomial apenas para o experimento 2, devido ao experimento 1 ter ficado com apenas três níveis, ou seja, épocas de semeadura do milho aos 21, 42 e 84 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas na soja.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Variáveis avaliadas no desenvolvimento da cultura do milho**

Os resultados da análise de variância estão apresentados nas Tabelas 5 e 6 para as características fitotoxicidade e altura de plantas para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

Verifica-se efeito segundo o teste F ( $P < 0,01$ ) para fitotoxicidade e altura de plantas para as avaliações realizadas aos 21 dias após a semeadura do milho (DAS), sendo que para as avaliações realizadas aos 28, 35 e 42 DAS a significância pelo teste F foi  $P < 0,05$ . Todas as características analisadas apresentaram diferenças significativas entre as épocas de semeadura do milho após a aplicação dos herbicidas na soja e para a interação herbicida x época, no caso da fitotoxicidade e altura de plantas.

**TABELA 5. Resumo da análise de variância dos dados de fitotoxicidade, altura de plantas, aos 21, 28, 35 e 42 (DAS). UFLA, Lavras-MG, 97/98.**

FV	G.L	Quadrados médios							
		Fitotoxicidade				Altura de plantas			
		21	28	35	42	21	28	35	42
Blocos(B)	3	2,23	2,80	4,42	7,39	7,38	34,54	226,58	1506,41
Trat.(T)	4	38,56	37,16	32,95	21,67	0,18	0,72	3,74	25,61
Resíduo(A)	12	1,17	0,14	0,22	0,27	0,48	0,49	11,71	34,19
Época(E)	2	27,04	20,80	31,88	25,30	11,60	52,82	82,43	315,59
Resíduo(B)	6	0,73	0,80	0,20	0,05	0,47	3,24	15,85	92,30
T x E	8	3,06**	1,76**	3,24**	3,35**	1,28**	1,03*	12,08**	57,93*
Resíduo(C)	24	0,50	0,17	0,18	0,05	0,21	0,43	4,28	21,57
Média geral		4,23	4,14	3,98	3,41	3,51	5,69	11,18	21,52
CV% (A)		25,63	8,91	11,67	15,11	19,73	12,27	30,60	27,18
CV% (B)		20,17	21,65	11,21	6,47	19,44	31,63	35,60	44,65
CV% (C)		16,69	9,82	10,61	6,47	13,01	11,56	18,50	21,59

\*\*Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade

**TABELA 6. Resumo da análise de variância dos dados de fitotoxicidade, altura de plantas, aos 21, 28, 35 e 42 (DAS). UFLA, Lavras-MG, 98/99.**

FV	G.L	Quadrados médios							
		Fitotoxicidade				Altura de plantas			
		21	28	35	42	21	28	35	42
Blocos(B)	3	11,57	7,07	8,71	7,65	5,20	33,37	279,74	2327,37
Trat.(T)	4	30,80	23,76	17,00	14,30	5,34	72,64	182,76	811,27
Resíduo(A)	12	0,46	0,28	0,29	0,26	1,32	5,92	51,04	185,97
Época(E)	3	55,67	42,88	33,80	38,93	60,29	194,71	5601,81	8630,47
Resíduo(B)	9	1,41	0,51	0,32	0,47	0,67	10,85	19,24	619,01
T x E	12	5,33**	4,63**	3,13**	3,77**	2,65**	16,57*	63,91*	255,28*
Resíduo(C)	36	0,38	0,23	0,06	0,09	0,82	6,77	26,33	94,62
Média geral		3,35	2,89	2,75	2,60	7,20	13,64	35,66	83,33
CV% (A)		20,18	18,30	19,68	19,73	15,95	17,83	20,03	16,37
CV% (B)		35,43	24,78	20,50	26,47	11,39	24,15	12,30	29,86
CV% (C)		18,46	16,53	8,85	11,80	12,59	19,06	14,39	11,67

\*\*Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade

As diferenças encontradas entre as épocas, para as características fitotoxicidade e altura de plantas, podem ser atribuídas à influência do longo período de realização dos experimentos (1º experimento novembro de 1997 a

julho de 1998 e o segundo experimento de outubro de 1998 a maio de 1999) com a última semente realizada aos 63 dias após a primeira, coincidindo com o período de fatores climáticos desfavoráveis, como baixa precipitação pluviométrica e temperatura baixa, conforme constam nos gráficos de dados meteorológicos durante a realização dos experimentos Figuras 1 e 2. Através das Figuras 1 e 2, pode ser observado que as precipitações pluviométricas no período de dezembro a março foram as mais altas do ciclo, coincidindo com o ciclo cultural das três épocas de semente (21, 42 e 63 DAA), que apresentaram os maiores rendimento de grãos e peso de matéria seca. A partir de março até o final dos experimentos, houve queda acentuada na ocorrência de precipitações e queda também de temperatura média, o que provavelmente contribuiu para que a última época semeada nesse período apresentasse menores rendimentos de grãos e matéria seca. Estes resultados concordam com os obtidos por Argenta (1999), que ao trabalhar com 6 épocas de semente do milho de 21 em 21 dias após a aplicação na soja dos herbicidas imazaquin, trifluralin e mistura dos dois produtos, detectou diferença significativa pelo teste F para todas as épocas e também entre tratamento x épocas, no caso de fitotoxicidade e volume de raiz.

#### **4.1.1 Sintomas de fitotoxicidade**

As plantas de milheto que se desenvolveram nas parcelas em que haviam sido aplicados os herbicidas chlorimuron e imazethapyr apresentaram os sintomas de fitotoxicidade pelo menor porte da planta, tamanho reduzido e coloração amarelada (clorose) das folhas. O efeito visual de fitotoxicidade, devido ao tratamento com os herbicidas chlorimuron e imazethapyr, foi mais drástico com valores 7 segundo escala EWRC aos 21 DAA e para as avaliações realizadas aos 21 e 28 dias após a semente do milheto (Tabelas 7 e 8).

Trabalhos realizados por Fleck e Vidal (1993 e 1994) e Johnson e Talbert (1993), evidenciaram que o chlorimuron e o imazethapyr são muito fitotóxicos à cultura do girassol até 31 DAT.

Aos 42 DAA, o chlorimuron mostrou ser mais fitotóxico que os demais tratamentos, sendo significativo nas avaliações realizadas aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura do milho.

Quanto aos herbicidas lactofen e imazamox, estes apresentaram comportamento semelhante em todas as épocas de semeadura e avaliações realizadas após a semeadura do milho, sendo estes resultados significativos apenas para as semeaduras realizadas aos 21 e 42 DAA dos herbicidas. A partir de 63 DAA, nenhum tratamento foi significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Scott e Knott (Tabela 8). Os dados encontrados coincidem com os resultados obtidos por Cobucci, Prates e Falcão (1998), que verificaram efeito do imazamox sobre o milho, variando durante um período de 42 a 82 dias após a aplicação dos tratamentos, e discordam dos resultados obtidos por Costa (1997), que observou sintomas moderados de fitotoxicidade aos 90 DAT em plantas cultivadas em amostras provenientes de tratamentos com 100 g.i.a de imazethapyr/ha e sintomas muito fortes em plantas cultivadas em áreas tratadas com 200 g.i.a/ha deste herbicida. Costa (1997); Silva et. al. (1997); Silva, Karam e Archângelo (1997a e 1997b) e Silva, Archângelo e Karam (1997) observaram o herbicida imazamox, trabalhando com as culturas de milho e sorgo em casa de vegetação, e constataram que o produto, tanto na dose normal, quanto no dobro da dose, não provocou toxicidade às culturas, quando estas foram semeadas aos 90 DAA. Confere também o que foi afirmado pela CYANAMID (1997), que diz que o imazamox difere dos demais derivados das imidazolinonas por apresentar menor período residual no solo.

No experimento 1, o lactofen apresentou fitotoxicidade significativa para a semeadura realizada aos 84 DAA e avaliações realizadas aos 28 dias após a semeadura do milho.

TABELA 7 – Valores médios de fitotoxicidade segundo escala EWRC de plantas de milho, aos 21, 28, 35 e 42 DAS, (DAA). UFLA, Lavras-MG, experimento 97/98.

Herbicida	Semeadura em dias após aplicação na soja			Média
	21	42	84	
<b>Fitotoxicidade aos 21 DAS</b>				
Testemunha (T)	1cA	1bA	1bA	1b
Chlorimuron (H1)	7aA	5aB	3aC	5a
Imazethapyr (H2)	7aA	5aB	3aC	5a
Lactofen (H3)	5bA	5aA	4aA	5a
Imazamox (H4)	7aA	5aB	4aB	5a
Média	5 A	4 B	3 C	4
<b>Fitotoxicidade aos 28 DAS</b>				
Testemunha (T)	1cA	1cA	1cA	1c
Chlorimuron (H1)	7aA	5aB	4bC	5a
Imazethapyr (H2)	6bA	4bB	4bB	5b
Lactofen (H3)	6bA	5aB	5aB	5a
Imazamox (H4)	6bA	5aB	3bC	5b
Média	5 A	4 B	3 C	4
<b>Fitotoxicidade aos 35 DAS</b>				
Testemunha (T)	1dA	1cA	1bA	1c
Chlorimuron (H1)	7aA	5aB	3aC	5a
Imazethapyr (H2)	7aA	4bB	3aC	5a
Lactofen (H3)	6bA	5aB	3aC	5a
Imazamox (H4)	5cA	5aA	3aB	4b
Média	5 A	4 B	3 C	4
<b>Fitotoxicidade aos 42 DAS</b>				
Testemunha (T)	1cA	1dA	1cA	1b
Chlorimuron (H1)	6aA	4bB	3aC	4a
Imazethapyr (H2)	5bA	3cB	3aB	4a
Lactofen (H3)	5bA	5aA	2bB	4a
Imazamox (H4)	5bA	5aA	2bB	4a
Média	4 A	4 A	2 B	3

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

**TABELA 8 – Valores médios de fitotoxicidade de plantas de milho, aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura (DAS), em dias após aplicação (DAA). UFLA, Lavras-MG, 98/99.**

Herbicida	Semeadura do milho em dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
<b>Fitotoxicidade aos 21 DAS</b>					
Testemunha (T)	1cA	1bA	1bA	1aA	1c
Chlorimuron (H1)	7aA	5aB	4bB	1aC	4a
Imazethapyr (H2)	7aA	5aB	5bB	1aC	5a
Lactofen (H3)	4bA	5aA	4bA	1aB	4a
Imazamox (H4)	5bA	5aA	3bB	1aC	4a
Média	5 A	4 A	3 B	1 C	3
<b>Fitotoxicidade aos 28 DAS</b>					
Testemunha (T)	1cA	1dA	1bA	1aA	1c
Chlorimuron (H1)	7aA	5aB	3aC	1aD	4a
Imazethapyr (H2)	7aA	4bB	4aB	1aC	4a
Lactofen (H3)	4bA	3cA	3aA	1aB	3b
Imazamox (H4)	4bA	3cA	3aA	1aB	3b
Média	5 A	3 B	3 B	1 C	3
<b>Fitotoxicidade aos 35 DAS</b>					
Testemunha (T)	1dA	1dA	1bA	1aA	1c
Chlorimuron (H1)	5bA	5aA	3aB	1aC	4a
Imazethapyr (H2)	6aA	4bB	3aC	1aD	4a
Lactofen (H3)	4cA	3cB	3aB	1aC	3b
Imazamox (H4)	4cA	4bA	3aB	1aC	3b
Média	4 A	3 B	3 C	1 D	3
<b>Fitotoxicidade aos 42 DAS</b>					
Testemunha (T)	1dA	1dA	1cA	1aA	1c
Chlorimuron (H1)	5bA	5aA	3aB	1aC	4a
Imazethapyr (H2)	6aA	3cB	2bC	1aD	3b
Lactofen (H3)	5bA	3cB	2bC	1aD	3b
Imazamox (H4)	4cA	4bA	2bB	1aC	3b
Média	4 A	3 B	2 C	1 D	3

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

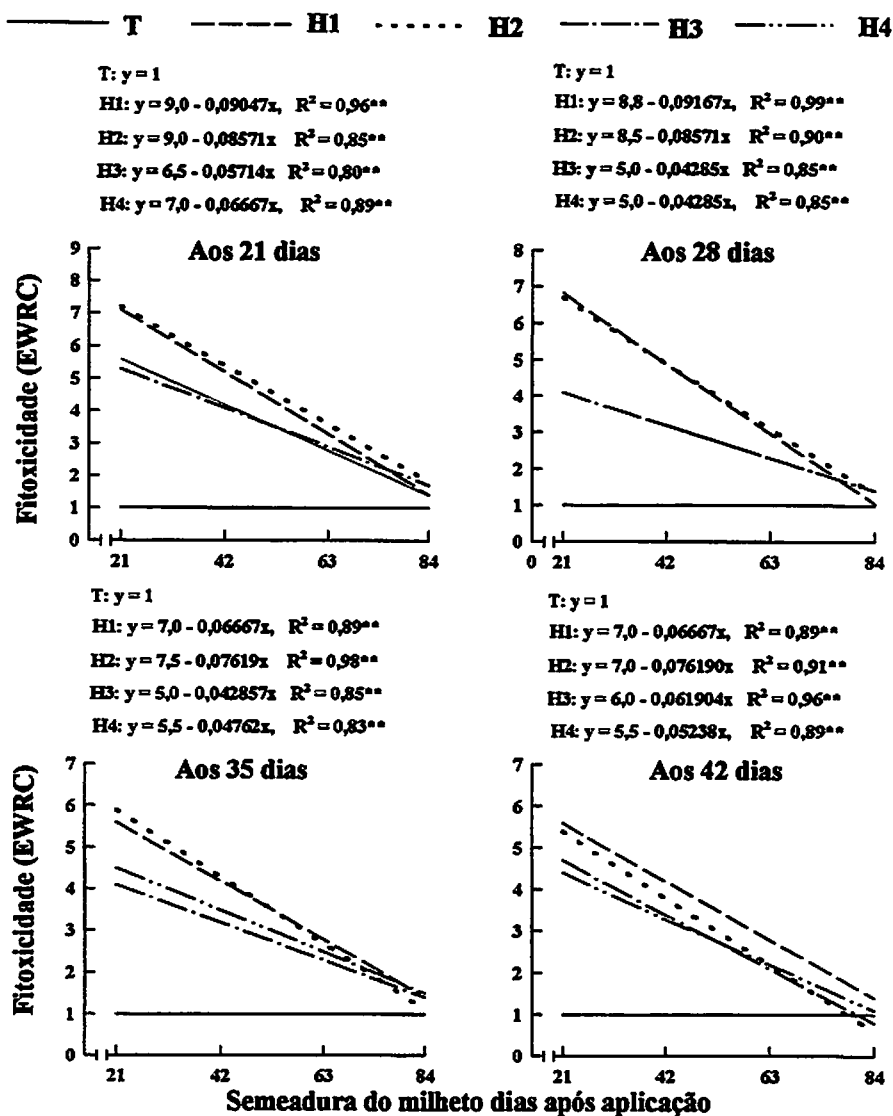
O imazamox e o lactofen foram mais fitotóxico com valores 4 segundo escala EWRC aos 84 DAA e avaliações realizadas aos 21 DAS . Aos 28 DAS o herbicida lactofen foi o que apresentou maior fitotoxicidade com nota 5 segundo a escala EWRC e para as avaliações realizadas aos 42 DAS os herbicidas



chlorimuron e imazethapyr foram os que causaram maior fitotoxidez com valores 3, conforme escala EWRC (Tabela 7).

A Figura 3 ilustra o desdobramento da interação herbicidas x épocas com as respectivas equações de regressão para a variável fitotoxicidade. Nota-se que a fitotoxicidade decresce linearmente em função das épocas de semeadura do milho após a aplicação dos herbicidas, com a fitotoxicidade diminuindo à medida que aumenta o período entre a aplicação e a semeadura do milho.

Esses resultados evidenciam a degradação dos herbicidas no solo e que os resíduos no solo foram reduzidos a níveis muito baixos, que não promoveram efeito fitotóxico às plantas de milho semeadas após esses períodos.



**FIGURA 3 -** Equações de regressão para a fitotoxicidade (EWRC) aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura do milho (DAS), em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

#### 4.1.2 Altura das plantas do milho em desenvolvimento

Os efeitos dos tratamentos para a variável altura das plantas aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura do milho, são mostrados nas Tabelas 9 e 10 e Figura 4, evidenciando as respectivas equações de regressão.

TABELA 9 – Valores médios de altura de plantas (cm) de milho, aos 21, 28, 35 e 42 DAS, DAA. UFLA, Lavras-MG, experimento 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho em dias após aplicação			Média
	21	42	84	
<b>Altura de plantas aos 21 DAS</b>				
Testemunha (T)	4,0aA	2,7aB	4,2aA	3,6a
Chlorimuron (H1)	3,6aB	2,9aB	4,6aA	3,7a
Imazethapyr (H2)	3,9aA	2,7aB	3,5aA	3,4a
Lactofen (H3)	3,7aA	2,6aB	4,1aA	3,5a
Imazamox (H4)	4,0aA	2,5aB	4,1aA	3,5a
Média	3,8 A	2,7 B	4,1 A	3,5
<b>Altura de plantas aos 28 DAS</b>				
Testemunha (T)	8,3aA	4,4aB	4,6aB	5,8a
Chlorimuron (H1)	7,7aA	5,3aB	5,2aB	6,1a
Imazethapyr (H2)	7,3aA	5,4aB	4,0aB	5,6a
Lactofen (H3)	6,8aA	4,7aB	4,6aB	5,4a
Imazamox (H4)	7,8aA	4,7aB	4,8aB	5,8a
Média	7,6 A	4,9 B	4,6 B	5,7
<b>Altura de plantas aos 35 DAS</b>				
Testemunha (T)	14,5aA	8,3aB	10,0aB	10,9a
Chlorimuron (H1)	12,2aA	8,7aB	14,3aA	11,7a
Imazethapyr (H2)	12,8aA	10,4aA	11,5aA	11,6a
Lactofen (H3)	12,1aA	9,0aA	10,0aA	10,4a
Imazamox (H4)	12,7aA	8,3aB	13,3aA	11,4a
Média	12,9 A	8,9 B	11,8 A	11,2
<b>Altura de plantas aos 42 DAS</b>				
Testemunha (T)	32,5aA	16,5aA	21,1aA	23,4a
Chlorimuron (H1)	22,9aA	18,7aA	19,3aA	20,3a
Imazethapyr (H2)	27,1aA	20,9aA	20,3aA	22,8a
Lactofen (H3)	22,6aA	18,9aA	18,9aA	20,1a
Imazamox (H4)	25,1aA	17,3aA	21,0aA	21,1a
Média	26,0 A	18,5 A	20,1 A	21,5

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

TABELA 10 – Valores médios de altura de plantas (cm) de milho, aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura (DAS), em dias após aplicação (DAA). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

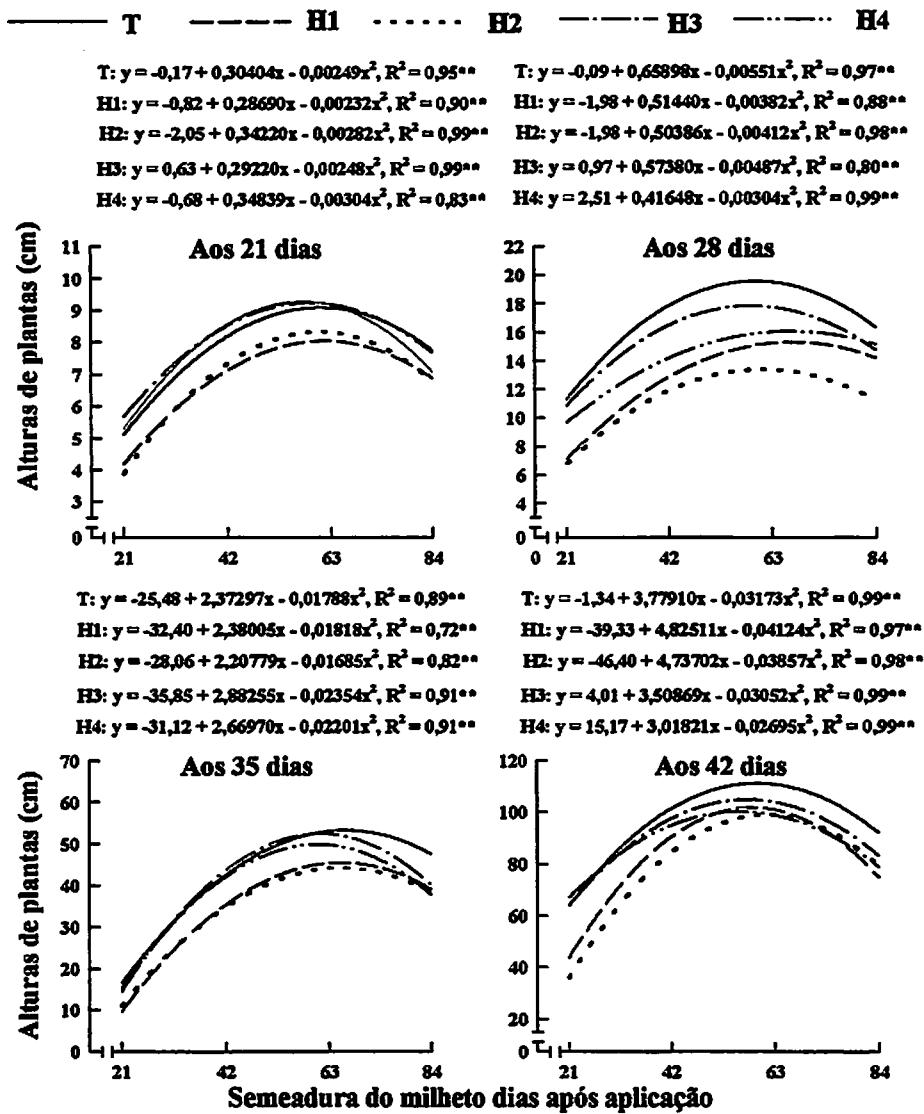
Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
<b>Altura de plantas aos 21 DAS</b>					
Testemunha (T)	5,3aC	7,8aB	9,5aA	7,6aB	7,6a
Chlorimuron (H1)	4,4bC	6,5aB	8,7aA	6,7aB	6,6b
Imazethapyr (H2)	3,9bC	7,3aB	8,4aA	6,8aB	6,6a
Lactofen (H3)	5,7aC	8,4aB	9,4aA	7,6aB	7,8a
Imazamox (H4)	5,6aC	7,7aB	10,1aA	6,8aB	7,6a
Média	5,0 C	7,5B	9,2A	7,1B	7,2
<b>Altura de plantas aos 28 DAS</b>					
Testemunha (T)	11,6aB	17,2aA	20,3aA	16,1aA	16,3a
Chlorimuron (H1)	7,7bB	11,3bB	16,8bA	13,7aA	12,4b
Imazethapyr (H2)	6,7bB	12,4bA	13,0bA	11,4aA	10,9b
Lactofen (H3)	10,3aB	18,2aA	16,1bA	15,4aA	15,0a
Imazamox (H4)	9,7aB	14,2bA	16,0bA	15,2aA	13,8a
Média	9,2 B	14,7 A	16,4 A	14,4 A	13,7
<b>Altura de plantas aos 35 DAS</b>					
Testemunha (T)	18,6aD	36,1aC	59,5aA	45,5aB	39,9a
Chlorimuron (H1)	13,3aD	24,2bC	56,7aA	35,5bB	32,4b
Imazethapyr (H2)	13,5aD	27,0bC	52,1aA	35,9bB	32,1b
Lactofen (H3)	16,3aC	37,7aB	58,3aA	38,2bB	37,6a
Imazamox (H4)	17,0aC	36,9aB	55,0aA	36,1bB	36,3a
Média	15,7 D	32,4 C	56,3 A	38,2 B	35,7
<b>Altura de plantas aos 42 DAS</b>					
Testemunha (T)	64,0aB	101,4bA	110,8aA	92,2aA	92,1a
Chlorimuron (H1)	45,5bC	85,6aB	105,9aA	73,3aB	77,6b
Imazethapyr (H2)	37,2bC	81,1aB	102,3aA	78,2aB	74,7b
Lactofen (H3)	64,6aB	96,5aA	104,9aA	83,0aB	87,3a
Imazamox (H4)	67,5aB	94,1aA	99,7aA	78,8aB	85,0a
Média	55,8 B	91,7 A	104,7 A	81,1 A	83,3

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

Para o experimento 1, a variável altura de plantas não apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Scott e Knott para nenhuma época de semeadura do milho e tratamentos com herbicidas (Tabela 9).

Verifica-se, pela Tabela 10, que a variável altura de plantas teve efeito significativo pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ) para o milho semeado aos 21 DAA e para as avaliações realizadas aos 21, 28 e 42 DAS, apenas para os herbicidas chlorimuron e imazethapyr, sendo que o lactofen e o imazamox não se diferiram da testemunha. Para a avaliação realizada aos 35 DAS e 21 DAA, os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha. Quando o milho foi semeado aos 42 DAA, o efeito sobre a variável altura das plantas foi significativo apenas para as avaliações realizadas aos 28 e 35 DAS; para as sementeiras realizadas aos 42 DAA, o efeito foi significativo apenas para as avaliações realizadas aos 35 e 42 DAS; e para as sementeiras realizadas aos 63 e 84 DAA, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

O desdobramento da interação herbicidas versus épocas com as respectivas equações de regressão para altura de plantas ao longo das épocas é mostrado na Figura 4. Observa-se uma curva crescente, seguindo modelo quadrático, para esta característica nos tratamentos com herbicidas, com a altura de plantas aumentando à medida que aumenta o período entre a aplicação e a sementeira do milho. Nota-se que nas avaliações realizadas aos 21 DAS, o herbicida imazamox foi o que causou maior redução na característica altura de plantas, vindo em seguida o imazethapyr, lactofen e, por último, o chlorimuron. Para as avaliações realizadas aos 28 e 35 DAS, o herbicida lactofen foi o que causou maior redução nesta característica, seguido em ordem decrescente pelo chlorimuron, imazethapyr e imazamox, e aos 35 DAS, o chlorimuron apresentou maior efeito. Visualiza-se que aos 42 DAS, o chlorimuron foi o que causou maior efeito, seguido, também em ordem decrescente, pelo imazethapyr, lactofen e, por último, o imazamox.



**FIGURA 4** - Equações de regressão para a altura de plantas (cm) aos 21, 28, 35 e 42 dias após a semeadura do milho (DAS), em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

**[REDACTED]**

Depreende-se que, para todos os tratamentos, a altura de plantas foi menos reduzida à medida que se distanciou das épocas de aplicação, até aos 63 DAA, iniciando, a partir desta época, segmento descendente das curvas, de forma semelhante ao observado para a testemunha. Isto provavelmente se deve ao efeito das condições climáticas como redução da disponibilidade de água, encurtamento dos dias e queda na temperatura, diminuindo o período vegetativo, com encurtamento do ciclo e redução da altura das plantas. Estes resultados coincidem com os obtidos por Argenta (1999), que obteve o mesmo comportamento para a característica altura plantas em função das épocas de sementeira do milho a partir de 84 DAA.

#### **4.2 Variáveis avaliadas por ocasião da colheita**

Por ocasião da colheita, os resultados das análises de variância para as variáveis altura de plantas, altura de panícula, peso de panículas, número de panículas, peso de matéria seca e rendimento de grãos, encontram-se nas Tabelas 11 e 12, para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

Para todas as variáveis avaliadas, as épocas foram significativas provavelmente devido aos efeitos climáticos, conforme já foi citado anteriormente no texto referente aos resultados de análise de variância para fitotoxicidade e altura de plantas aos 21, 28, 35 e 42 DAS.

**TABELA 11.** Resumo da análise de variância dos dados de altura de plantas(AP), altura de panícula(AP), peso de panícula(PP), número de panícula(NP), peso de matéria seca(PMS) e rendimento de grãos(RG), nas avaliações de colheita. UFLA, Lavras-MG, 97/98.

FV	G.L	Quadrados médios					
		AP	AP	PP	NP	PMS	RG
Blocos(B)	3	0,34	0,40	0,0004	9590,37	0,0003	8,67
Trat.(T)	4	0,01	0,01	0,1276	4731,54	0,5296	43333,85
Resíduo(A)	12	0,01	0,01	0,0017	546,78	0,0002	9,60
Época(E)	2	3,83	4,26	6,2431	284311,85	17,0643	1837179,30
Resíduo(B)	6	0,05	0,05	0,0013	5733,54	0,0001	9,15
T x E	8	1,01**	0,81**	0,0597**	21356,77**	0,1947**	19219,55**
Resíduo(C)	24	0,01	0,01	0,0011	766,90	0,0002	9,61
Média geral		1,06	1,16	0,7049	270,25	1,2522	338,51
CV% (A)		11,07	10,04	5,83	8,65	1,21	0,92
CV% (B)		20,04	20,10	5,19	28,02	0,89	0,89
CV% (C)		8,09	7,74	4,66	10,25	1,04	0,92

\*\*Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

**TABELA 12** Resumo da análise de variância dos dados de altura de plantas(AP), altura de panícula(AP), peso de panículas(PP), número de panícula(NP), peso de matéria seca(PMS) e rendimento de grãos(RG), nas avaliações de colheita. UFLA, Lavras-MG, 98/99.

FV	G.L	Quadrados médios					
		AP	AP	PP	NP	PMS	RG
Blocos(B)	3	0,10	0,06	0,07	12556,23	0,10	1213,73
Trat.(T)	4	0,09	0,11	0,81	23117,86	4,73	117814,94
Resíduo(A)	12	0,01	0,02	0,03	1190,75	0,15	577,03
Época(E)	3	3,44	3,74	12,90	63294,43	138,76	2174170,55
Resíduo(B)	9	0,09	0,06	0,07	12087,71	0,07	1226,45
T x E	12	0,03**	0,05*	0,34*	5763,66**	1,21**	39165,90**
Resíduo(C)	36	0,01	0,02	0,02	711,68	0,12	539,88
Média geral		1,56	1,68	1,47	553,65	4,19	572,51
CV% (A)		7,60	8,21	12,25	6,23	9,19	4,20
CV% (B)		18,70	14,08	18,39	19,86	6,33	6,12
CV% (C)		6,92	7,67	9,82	4,82	8,12	4,06

\*\*Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade



#### **4.2.1 Altura de plantas**

Os efeitos dos tratamentos para a variável altura de plantas na colheita, para os tratamentos realizados com os herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox, são mostrados nas Tabelas 13 e 14, para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

No experimento 1, no primeiro ano, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, nem mesmo para a semeadura do milho realizada aos 21 DAA.

Notou-se, na Tabela 14, que para a semeadura realizada aos 42 DAA, apenas o chlorimuron diferiu estatisticamente pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ), causando redução na altura das plantas, e que a partir de 63 DAA não houve diferença entre os herbicidas e a testemunha, evidenciando uma rápida degradação dos herbicidas no solo no segundo ano. Para a semeadura realizada aos 21 DAA, os herbicidas chlorimuron, imazethapyr e o lactofen foram os que causaram maior redução na altura de planta em relação à testemunha, não diferindo entre si. Porém, o imazethapyr foi o que causou menor redução na altura de planta. Estes resultados corroboram os obtidos por Fleck e Vidal (1993), que detectaram redução significativa da estatura das plantas, na área foliar e matéria seca da parte aérea na avaliação aos 31 DAT, quando utilizaram metade da dose de chlorimuron, sendo este período muito fitotóxico. Contudo, na avaliação aos 110 DAT e com o incremento da dose, tal diferença não foi observada pelos autores. Coincidem também com os resultados obtidos por Johnson e Talbert (1993) em Arkansas nos Estados Unidos, que verificaram injúrias de chlorimuron até 16 semanas após a aplicação do herbicida, sendo que para a semeadura realizada 4 semanas após tratamento, a injúria causada ao girassol foi superior a 75%.

Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Fleck e Vidal (1994), que ao trabalharem com imazaquin e imazethapyr, detectaram redução linear da estatura das plantas na avaliação aos 31 DAT, com incremento da dose. Aos 110 DAT, verificaram redução da estatura com incremento da dose de imazaquin, enquanto plantas tratadas com imazethapyr não mostraram redução desse parâmetro.

TABELA 13 –Valores médios da altura de plantas (m), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
<b>Altura de plantas na colheita</b>				
Testemunha (T)	1,45aA	1,16aB	0,58aC	1,06a
Chlorimuron-ethyl (H1)	1,35aA	1,18aA	0,61aB	1,05a
Imazethapyr (H2)	1,42aA	1,28aA	0,59aB	1,10a
Lactofen (H3)	1,35aA	1,25aA	0,47aB	1,02a
Imazamox (H4)	1,43aA	1,25aA	0,59aB	1,09a
Média	1,40 A	1,22 B	0,57 C	1,06

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

TABELA 14 –Valores médios da altura de plantas (m), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
<b>Altura de plantas na colheita</b>					
Testemunha (T)	2,22aA	1,93aB	1,40aC	1,18aC	1,68a
Chlorimuron (H1)	1,87cA	1,63bA	1,38aB	1,06aC	1,49b
Imazethapyr (H2)	1,97cA	1,80aA	1,36aB	1,06aC	1,55b
Lactofen (H3)	1,91cA	1,89aA	1,37aB	1,12aC	1,57b
Imazamox (H4)	2,05bA	1,74aB	1,34aC	1,00aD	1,53b
Média	2,00 A	1,80 A	1,37 B	1,08 C	1,56

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

O desdobramento da interação herbicidas versus épocas, com as respectivas equações de regressão para a evolução da altura das plantas ao longo das épocas, encontram-se na Figura 5.

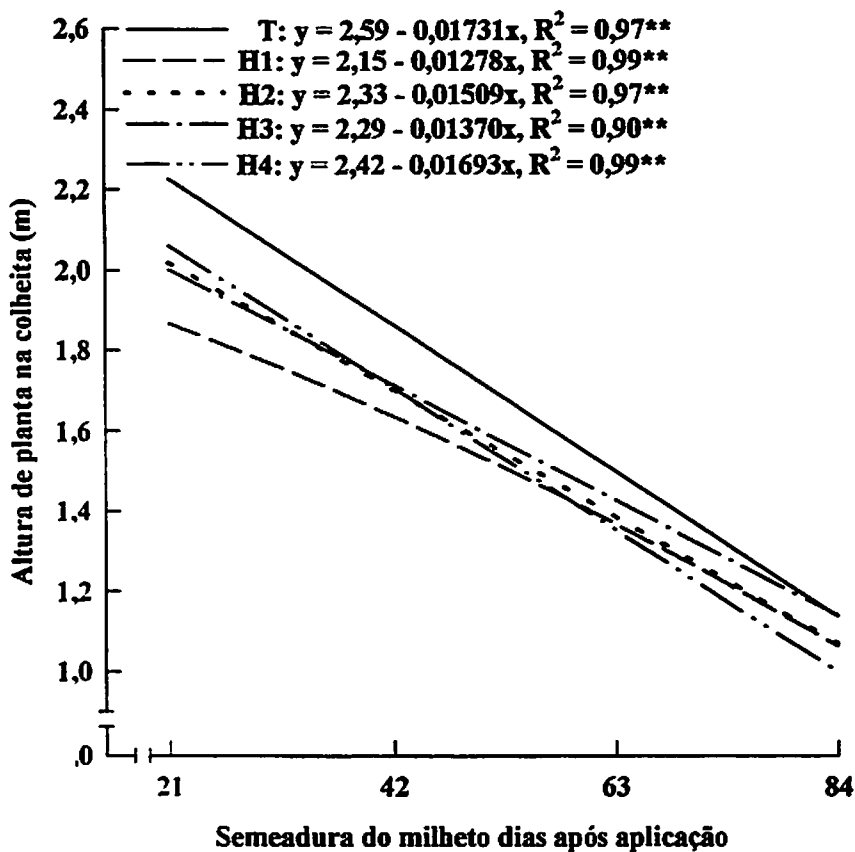


FIGURA 5 - Equações de regressão para a altura de plantas do milho (m) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Verificou-se que a variável altura de plantas na colheita decresce linearmente à medida que retarda a semeadura a partir da aplicação dos herbicidas. Este fato deve-se, provavelmente, às condições climáticas desfavoráveis, como redução da disponibilidade de água, redução no número de horas/luz e redução da temperatura (Figuras 1 e 2), diminuindo o período vegetativo e, conseqüentemente, causando encurtamento do ciclo e redução da altura de plantas. Para a semeadura realizada aos 21 DAA, os herbicidas chlorimuron, imazethapyr e lactofen foram os que causaram maior redução na variável altura de plantas, com valores de 1,87 m, 1,97 m e 1,91m, respectivamente. Na semeadura aos 42 DAA, somente o herbicida chlorimuron diferiu da testemunha, apresentando valor de 1,63 m (Figura 5). A partir de 63 DAA, não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha.

#### **4.2.2 Altura de panícula**

Os efeitos dos tratamentos para a variável altura de panícula, para os tratamentos realizados com os herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox , são apresentados nas Tabelas 15 e 16, para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

TABELA 15 –Valores médios de altura de panícula, na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
<b>Altura de panícula (m)</b>				
Testemunha (T)	1,54aA	1,31aB	0,65aC	1,17a
Chlorimuron (H1)	1,44aA	1,31aA	0,66aB	1,14a
Imazethapyr (H2)	1,53aA	1,40aA	0,66aB	1,20a
Lactofen (H3)	1,45aA	1,37aA	0,55aB	1,12a
Imazamox (H4)	1,52aA	1,39aA	0,66aB	1,19a
Média	1,50 A	1,36 A	0,64 B	1,16

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

TABELA 16 –Valores médios de altura de panícula, na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
<b>Altura de panícula (m)</b>					
Testemunha (T)	2,40aA	2,03aB	1,51aC	1,28aD	1,81a
Chlorimuron (H1)	1,97bA	1,74bB	1,46aC	1,16aD	1,58b
Imazethapyr (H2)	2,10bA	1,92aA	1,46aB	1,14aC	1,66b
Lactofen (H3)	2,02bA	2,00aA	1,46aB	1,22aC	1,68b
Imazamox (H4)	2,15bA	1,97aA	1,44aB	1,09aC	1,66b
Média	2,13 A	1,93 B	1,47 C	1,18 D	1,68

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

Observou-se, para o experimento 1, que não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha em nenhuma época de sementeira do milho, em dias após a aplicação dos herbicidas. Estes resultados coincidem com aqueles obtidos para a característica altura de plantas na colheita, que também não diferiram da testemunha, evidenciando alta correlação entre altura de plantas e altura de panícula.

No experimento 2, a sementeira do milho realizada aos 21 DAA, com herbicidas, mostrou efeitos negativos em relação à testemunha. Na sementeira realizada aos 42 DAA, apenas o tratamento à base de chlorimuron foi inferior

aos demais tratamentos, apresentando altura de panícula de 1,74 m, sendo que o imazethapyr, lactofen e imazamox foram iguais à testemunha, enquanto nas sementeiras realizadas a partir de 63 DAA não houve diferença entre os herbicidas e a testemunha.

O desdobramento da interação herbicidas versus épocas, com as respectivas equações de regressão para altura de panícula ao longo das épocas, encontram-se na Figura 6. Depreende-se que a variável altura de panícula decresce linearmente à medida que retarda a sementeira do milho a partir da aplicação dos herbicidas. Este fato deve-se, provavelmente, às condições climáticas desfavoráveis, como redução da precipitação pluviométrica e redução da temperatura (Figuras 1 e 2), reduzindo o período vegetativo e, conseqüentemente, encurtamento do ciclo vegetativo e altura de panícula. Notou-se que de todos os tratamentos, o chlorimuron foi o que causou maior redução na variável altura de panícula, sendo seguido, em ordem decrescente, pelos herbicidas lactofen, imazethapyr e imazamox.

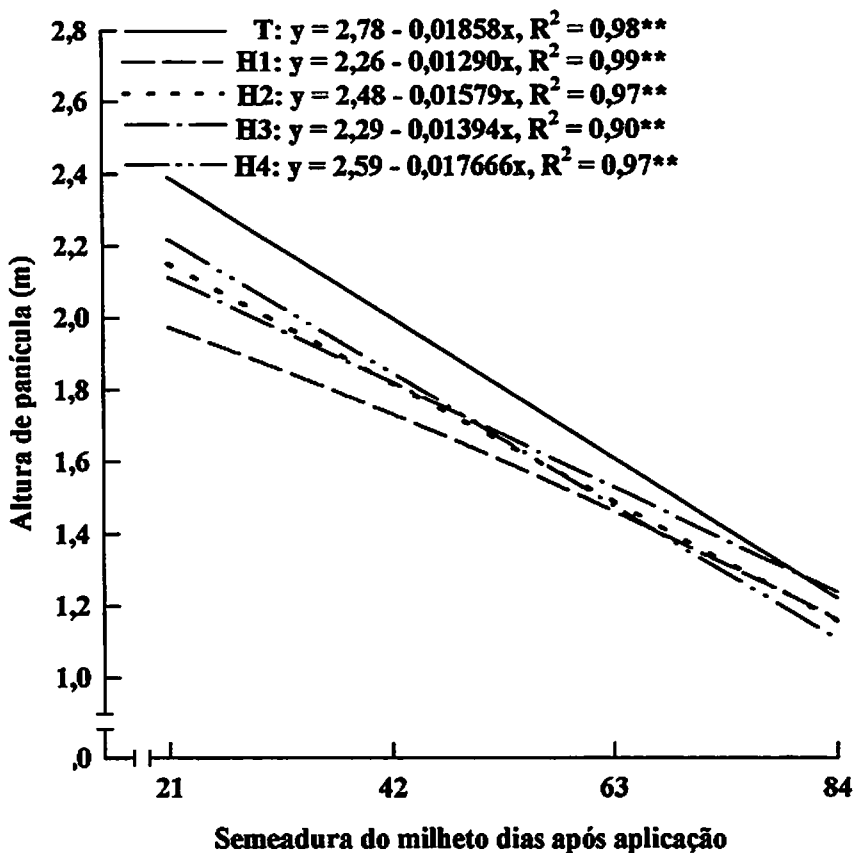


FIGURA 6 - Equações de regressão para a altura de panícula do milho (m) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Para altura da panícula observou-se uma tendência semelhante aos dados da característica altura de planta na colheita, podendo ser atribuído à alta correlação existente entre a altura de planta e a altura de panícula.

#### 4.2.3 Número de panículas

Os dados médios dos tratamentos de número de panículas para os tratamentos com os herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox são apresentados nas Tabelas 17 e 18, para os experimentos 1 e 2, respectivamente. Notou-se que, no experimento 1, os valores médios de número de panículas foi reduzido pelos herbicidas chlorimuron e lactofen, quando o milho foi semeado aos 21 DAA. A partir de 42 DAA, não se verificou diferença entre os herbicidas e a testemunha.

TABELA 17 –Valores médios de número de panículas (x1000), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
	<b>Número de panículas</b>			
Testemunha (T)	370,50aA	334,50aA	137,25aB	280,75a
Chlorimuron (H1)	289,25bA	336,75aA	134,00aB	253,33b
Imazethapyr (H2)	357,00aA	369,25aA	134,00aB	286,75a
Lactofen (H3)	311,75bA	314,00aA	107,75aB	244,50b
Imazamox (H4)	355,75aA	352,00aA	150,00aB	285,92a
Média	336,85 A	341,30 A	132,60 B	270,25

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.



TABELA 18 –Valores médios de número de panículas (x1000), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
	<b>Número de panículas</b>				
Testemunha (T)	657,00aA	587,50aA	583,50aA	583,250aA	602,81a
Chlorimuron (H1)	600,75aA	551,25aA	481,00bB	464,00bB	524,25c
Imazethapyr (H2)	642,25aA	569,75aA	511,75bB	487,00bB	552,69b
Lactofen (H3)	657,50aA	585,75aA	575,00aA	495,00bB	578,31a
Imazamox (H4)	614,25aA	542,50aA	442,25bB	441,75bB	510,19c
Média	634,35 A	567,35 A	518,70 B	494,20 B	553,65

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

No experimento 2 (Tabela 18), não se verificou nenhum efeito dos tratamentos quando o milho foi semeado aos 21 e 42 DAA. Aos 63 DAA, o chlorimuron, imazethapyr e imazamox reduziram o número de panículas em relação à testemunha, porém foram semelhantes entre si e o lactofen não diferiu da testemunha. Quando a semeadura do milho foi realizada aos 84 DAA, todos os herbicidas apresentaram valores inferiores ao da testemunha, porém foram iguais entre si estatisticamente. Provavelmente, essas diferenças entre os herbicidas e a testemunha, a partir dos 63 DAA, podem ser atribuídas às influências das condições climáticas.

A Figura 7 mostra o desdobramento da interação herbicidas versus épocas com as respectivas equações de regressão para número de panículas ao longo das épocas.

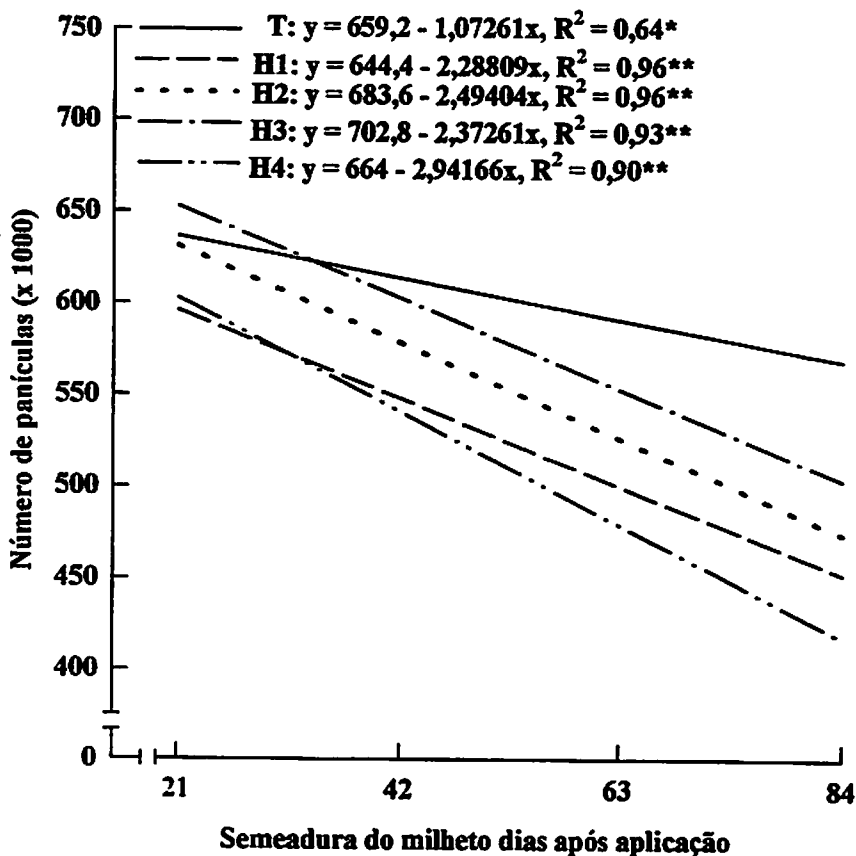


FIGURA 7 - Equações de regressão para número de panículas (x1000) do milho na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Observou-se que o número de panículas decresceu linearmente à medida que a sementeira foi retardada a partir da aplicação dos herbicidas na soja. Percebeu-se, pelas equações de regressão, que o herbicida chlorimuron foi o tratamento que apresentou maior redução na característica número de panículas, com número médio de 524.250 panículas, vindo em seguida o imazamox, com 510.190 panículas, o imazethapyr, com 552.690 panículas, e por último o

lactofen, que não diferiu estatisticamente da testemunha. Percebeu-se, também, que a testemunha foi a que apresentou o menor coeficiente b da equação de regressão linear, confirmando, portanto, o efeito dos herbicidas nos outros tratamentos.

#### 4.2.4 Peso de panícula

Para o experimento 1 (Tabela 19), safra 97/98, a diferença entre os valores médios dos herbicidas para a variável peso de panícula, quando o milho foi semeado aos 21 e 84 DAA, apresentou comportamento semelhante ao observado no experimento 2. Porém, quando a semeadura foi realizada aos 42 DAA, o imazamox foi superior ao valor médio da testemunha. O imazamox apresentou a segunda maior média de peso de panícula, o lactofen não diferiu da testemunha e o chlorimuron apresentou a pior média de peso de panícula.

**TABELA 19** –Valores médios de peso de panícula (t/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
	<b>Peso de panícula</b>			
Testemunha (T)	1,34aA	0,68dB	0,11aC	0,71c
Chlorimuron (H1)	0,96cA	0,78cB	0,10aC	0,61d
Imazethapyr (H2)	1,37aA	1,04aB	0,09aC	0,83a
Lactofen (H3)	1,00cA	0,72dB	0,07aC	0,60d
Imazamox (H4)	1,29bA	0,95bB	0,10aC	0,78b
Média	1,19 A	0,83 B	0,09 C	0,71

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

Notou-se que a partir de 84 DAA (Tabela 19), nenhum tratamento teve efeito significativo sobre a característica peso de panícula.

Na Tabela 20 são apresentados todos os valores médios de peso de panícula em t/ha para cada época do experimento 2, safra 98/99, para os diferentes tratamentos.

**TABELA 20** –Valores médios de peso de panícula (t/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
	<b>Peso de panícula</b>				
Testemunha (T)	2,80cA	1,80aB	1,50aC	0,81aD	1,73a
Chlorimuron (H1)	1,78dA	1,33bB	0,93cC	0,66aD	1,18c
Imazethapyr (H2)	3,22aA	1,86aB	0,86cC	0,56aD	1,63a
Lactofen (H3)	2,69bA	1,57aB	1,22bC	0,56aD	1,51b
Imazamox (H4)	2,11cA	1,46aB	1,02cC	0,64aD	1,31c
Média	2,52 A	1,60 B	1,11 C	0,65 D	1,47

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

Para a semeadura do milho realizada aos 21 DAA, o imazamox não apresentou diferença em relação à testemunha. O imazethapyr, neste mesmo período, apresentou peso médio de panícula superior ao da testemunha, e o chlorimuron foi o que apresentou o menor peso médio de panícula, sendo que o lactofen obteve peso médio de panícula superior apenas ao chlorimuron. Percebeu-se que para o milho semeado aos 42 DAA, apenas o chlorimuron apresentou valores médios de peso de panícula inferiores à testemunha; porém, quando a semeadura foi realizada aos 63 DAA, todos os tratamentos foram inferiores à testemunha, sendo que o tratamento com o lactofen apresentou valor médio de peso de panícula mais próximo da testemunha, seguido, em ordem decrescente, pelo imazamox, chlorimuron e, por último, o imazethapyr, sendo este o menor valor médio de peso de panícula. O efeito observado de imazethapyr concorda com Loux, Lieb e Slife (1989), que afirmam serem os

herbicidas do grupo químico das imidazolinonas de longa persistência no solo. Segundo os mesmos autores, em condições edafoclimáticas da região produtora de soja dos EUA, a dissipação de 80% dos herbicidas derivados deste grupo no solo ocorre até 60 DAA. Todavia, foi necessário um período superior a 160 dias para a completa degradação. Essa observação concorda com Mills e Witt (1989), citado por Johnson e Talbert (1996), que consideraram a meia vida destes produtos, no solo, de 60 dias.

A Figura 8 mostra o desdobramento da interação herbicidas versus épocas com as respectivas equações de regressão para a variável peso de panícula. Percebeu-se que esta variável decresceu linearmente; viu-se que o herbicida chlorimuron foi o que apresentou maior redução na interação, sendo seguido, em ordem decrescente, pelo imazamox, lactofen, e por último, o imazethapyr, que apresentou valor médio igual à testemunha. Aos 84 DAA, as equações tenderam a convergir para um mesmo ponto, não diferindo entre si.

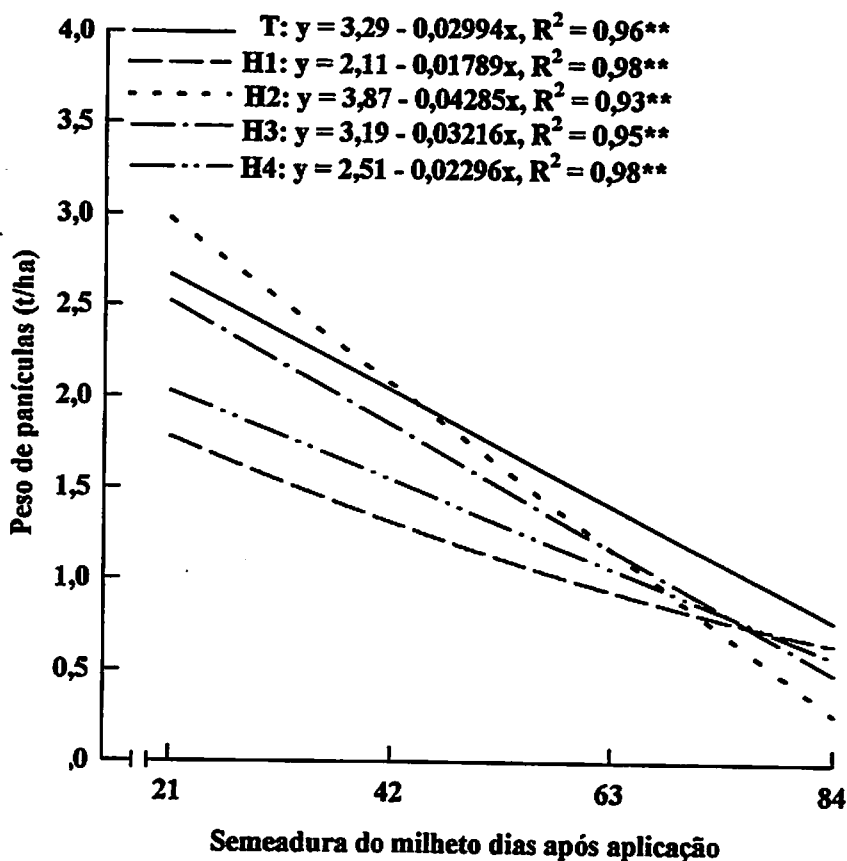


FIGURA 8 - Equações de regressão para peso de panículas do milho (t/ha) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

#### 4.2.5 Peso de matéria seca

Os valores médios da variável peso de matéria seca para o milho são apresentados nas tabelas 21 e 22, para os experimentos 1 e 2, respectivamente.

Percebeu-se que na avaliação realizada em cada época de semeadura do milho após a aplicação dos herbicidas, todos os tratamentos reduziram o peso de matéria seca em relação à testemunha aos 21 DAA, exceto o imazamox. Notou-se ainda, neste período, que o tratamento com o chlorimuron foi o que apresentou menor peso de matéria seca em relação a testemunha, vindo em seguida o imazethapyr, e por último, o lactofen.

Na semeadura realizada aos 42 DAA, o tratamento com o herbicida lactofen não diferiu da testemunha, o chlorimuron continuou sendo o produto a causar maior redução nesta característica e o imazethapyr e o imazamox, apesar de diferirem da testemunha, foram semelhantes entre si. Aos 63 DAA, o imazethapyr foi o que provocou maior redução no peso de matéria seca e o chlorimuron, lactofen e imazamox diferiram da testemunha, sendo, porém, semelhantes entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ).

TABELA 21 –Valores médios de peso de matéria seca (t/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
	<b>Peso de matéria seca</b>			
Testemunha (T)	2,27aA	1,70cB	0,19bC	1,39b
Chlorimuron (H1)	1,69dA	1,39dB	0,22aC	1,10d
Imazethapyr (H2)	2,17bA	2,08aB	0,19bC	1,48a
Lactofen (H3)	1,45eA	1,30eB	0,17bC	0,97e
Imazamox (H4)	1,84cA	1,94bB	0,19bC	1,32c
Média	1,88 A	1,68 B	0,19 C	1,25

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

**TABELA 22 – Valores médios de peso de matéria seca (t/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.**

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
	<b>Peso de matéria seca</b>				
Testemunha (T)	7,54aA	7,53aA	2,89aB	1,48aC	4,86a
Chlorimuron (H1)	5,42dA	4,95cA	2,41bB	1,36aC	3,54c
Imazethapyr (H2)	6,22cA	5,57bB	1,81cC	1,36aC	3,74c
Lactofen (H3)	6,67bA	7,08aA	2,25bB	1,62aC	4,41b
Imazamox (H4)	7,46aA	6,08bB	2,41bC	1,78aD	4,43b
<b>Média</b>	<b>6,66 A</b>	<b>6,24 B</b>	<b>2,35 C</b>	<b>1,52 D</b>	<b>4,19</b>

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

O maior efeito do imazethapyr aos 63 DAA em relação aos outros tratamentos, corrobora o que foi dito por Loux, Lieb e Slife (1989), que dizem serem os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas de persistência mais longa no solo.

Notou-se que a partir de 84 DAA, para o experimento 2 (Tabela 22), nenhum herbicida afetou a variável peso de matéria seca. Estes resultados corroboram os dados obtidos por Fleck e Vidal (1993), que detectaram redução na área foliar e peso de matéria seca da parte aérea na avaliação aos 31 DAT com chlorimuron e na avaliação aos 110 DAT, mesmo com o incremento da dose do produto, tal diferença não foi observada. No experimento 1 (Tabela 21), aos 84 DAA, apenas o chlorimuron diferiu da testemunha, apresentando maior peso de matéria seca.

A Figura 9 mostra o desdobramento da interação herbicidas versus épocas com as respectivas equações de regressão.



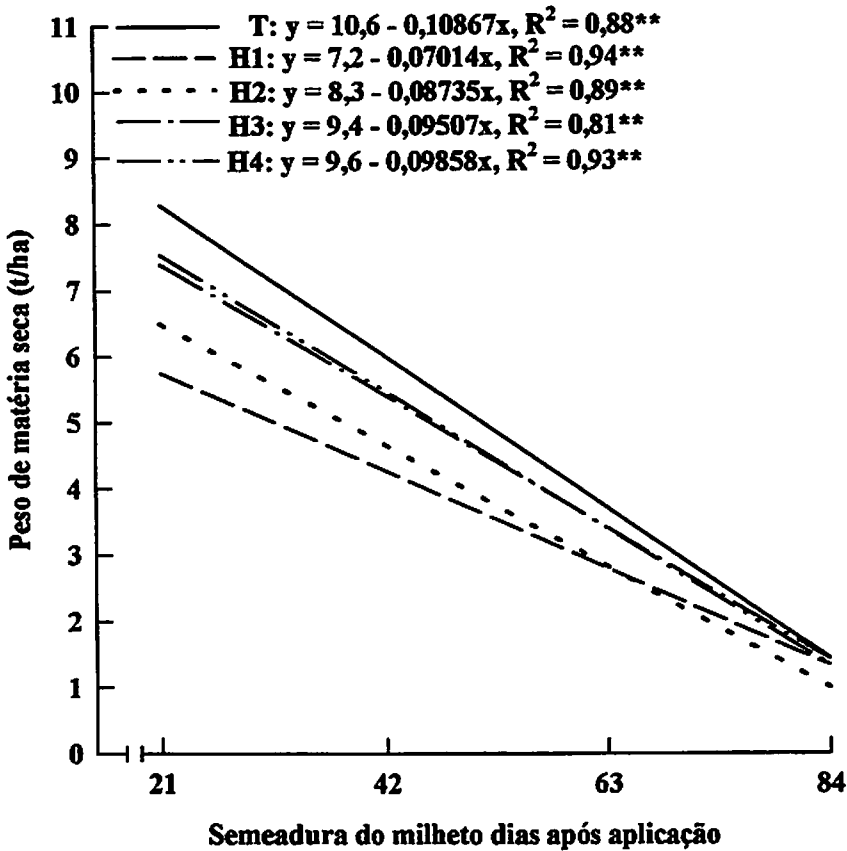


FIGURA 9 - Equações de regressão para peso de matéria seca do milho (t/ha) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Verificou-se que esta variável decresce linearmente em função das épocas de semeadura do milho após a aplicação dos herbicidas na soja, sendo que o imazamox foi o que causou maior redução no peso de matéria seca e o chlorimuron causou a menor redução. Viu-se que aos 84 DAA, estes tenderam a se igualar, com seus valores médios convergindo para um mesmo ponto. Isto indica que houve uma degradação dos herbicidas, podendo ser atribuída às

condições climáticas durante as primeiras épocas, quando foram observadas altas temperaturas e altos índices pluviométricos (Figuras 1 e 2), características favoráveis à degradação dos herbicidas no solo, pois segundo Lavorenti (1996), os fatores ambientais, tais como a temperatura, umidade, vento, luz solar, pH, teor de matéria orgânica e oxigênio disponível, afetam diretamente a persistência dos herbicidas no solo.

Outro fator que deve ser considerado e que provavelmente favoreceu a degradação dos herbicidas foi o pH do solo da área experimental na ordem de 6,0 (Tabela 1). Nesta faixa de pH ocorre a menor persistência do produto no solo (Loux, 1992) e Marsh e Lloyd, 1996).

#### 4.2.6 Rendimento de grãos

Nas Tabelas 23 e 24 são apresentados os valores médios de rendimento de grãos em kg/ha para cada época, para os diferentes herbicidas.

TABELA 23 –Valores médios de rendimento de grãos (kg/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 97/98.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação			Média
	21	42	84	
	<b>Rendimento de grãos</b>			
Testemunha (T)	642,25cA	223,90eB	23,70aC	296,62c
Chlorimuron (H1)	540,20dA	362,13cB	22,90aC	308,41b
Imazethapyr (H2)	721,48aA	464,75bB	21,50aC	402,58a
Lactofen (H3)	530,10eA	297,53dB	14,28bC	280,64d
Imazamox (H4)	692,80bA	495,20aB	24,93aC	404,31a
Média	625,37 A	368,70 B	21,46 C	338,51

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

TABELA 24 –Valores médios de rendimento de grãos (kg/ha), na colheita do milho, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Herbicida	Semeadura do milho dias após aplicação				Média
	21	42	63	84	
	<b>Rendimento de grãos</b>				
Testemunha (T)	1092,78bA	717,95bB	487,40aC	209,55bD	626,92b
Chlorimuron (H1)	738,55eA	566,68cB	366,35bC	179,80cD	462,85e
Imazethapyr (H2)	1152,78aA	898,03aB	479,33aC	151,10cD	670,31a
Lactofen (H3)	1052,85cA	587,55cB	499,00aC	244,40aD	595,95c
Imazamox (H4)	791,18dA	604,88cB	482,98aC	147,10cD	506,54d
Média	965,63 A	675,02 B	463,01 C	186,39 D	572,51

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%.

Observou-se que para o primeiro experimento 1 (Tabela 23), aos 21 DAA, todos os tratamentos, exceto o imazethapyr, reduziram o rendimento de grãos quando a sementeira foi realizada neste período. Viu-se, ainda, que aos 21 DAA, o herbicida lactofen foi o que apresentou menor rendimento de grãos, sendo seguido, em ordem crescente, pelo chlorimuron, imazamox e, por último, a testemunha. Na sementeira realizada aos 42 DAA, a testemunha foi o tratamento que apresentou menor rendimento de grãos, sendo seguida, também em ordem crescente, pelos herbicidas lactofen, chlorimuron, imazethapyr. O imazamox foi o que apresentou maior média de rendimento para esta característica. Aos 84 DAA, apenas o lactofen diferiu estatisticamente ( $P < 0,05$ ) dos outros tratamentos, apresentando valor inferior.

No experimento 2 (Tabela 24), na avaliação em cada época, todos os tratamentos reduziram o rendimento de grãos em relação à testemunha, exceto o imazethapyr aos 21 e 42 DAA e o lactofen aos 84 DAA, que apresentaram rendimento de grãos superior ao da testemunha. Aos 63 DAA, apenas o herbicida chlorimuron obteve rendimento inferior ao da testemunha.

Percebeu-se que para semeadura do milho realizada aos 21 DAA, o chlorimuron foi o que provocou maior redução no rendimento e isto provavelmente está relacionado com a alta fitotoxicidade provocada por este produto no estágio inicial da cultura, não havendo recuperação das plantas ao longo do ciclo e, conseqüentemente, afetando o rendimento de grãos. A segunda maior redução foi provocada pelo imazamox, evidenciando correlação entre altura de plantas e rendimento de grãos, pois este produto foi o que causou a segunda maior redução na característica altura de plantas por ocasião da colheita, para o milho semeado aos 21 DAA (Tabela 14). E por último o lactofen foi o produto que causou a menor redução no rendimento de grãos em relação à testemunha aos 21 DAA. Vê-se que para a semeadura realizada aos 42 DAA, os tratamentos com chlorimuron, lactofen e imazamox diferiram da testemunha, porém foram semelhantes entre si. Aos 63 DAA, apenas o chlorimuron apresentou valor médio de rendimento de grãos inferior aos outros tratamentos. Aos 84 DAA, exceto o lactofen, todos os tratamentos apresentaram ainda rendimento inferior ao da testemunha (Tabela 24). Estes resultados concordam com os obtidos por Gazziero et al.(1997) e Ulbrich, Rodrigues e Lima (1998), os quais constataram que o imazaquin causou dano praticamente total às plantas de milho, enquanto o imazethapyr proporcionou uma injúria de 30-40% na dose de 80 g.i.a/ha. Nos plantios após 120 DAA, esses sintomas foram diminuindo gradativamente até desaparecerem: a partir de 87 dias para o imazaquin e 112 dias para o imazethapyr. Não houve diminuição na produtividade do milho semeado após a aplicação da dose normal desses produtos, ou seja, mesmo havendo fitotoxicidade no início do desenvolvimento das plantas de milho, essas se recuperaram, apresentando produtividade normal após esses períodos.

O efeito das épocas de semeadura em cada tratamento em relação à testemunha foi representado pelas respectivas curvas de regressão (Figura 10),

mostrando a evolução da característica rendimento de grãos (kg/ha) ao longo das épocas.

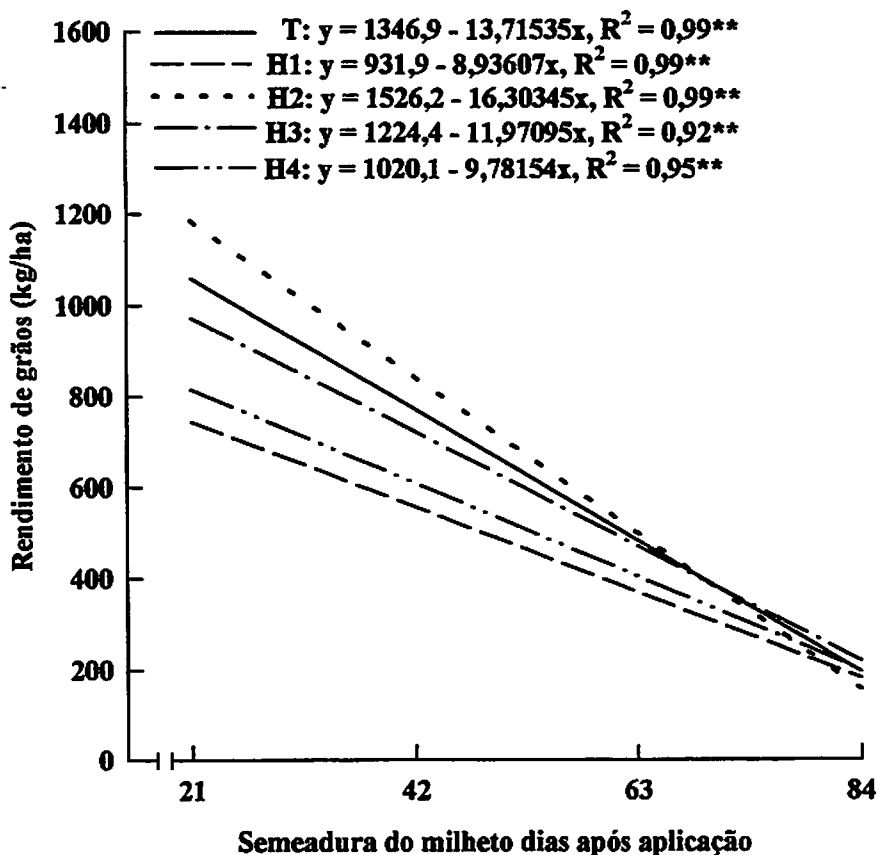
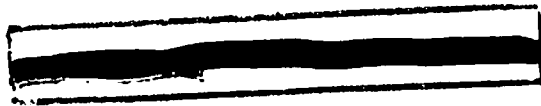


FIGURA 10 - Equações de regressão para rendimento de grãos do milho (kg/ha) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos testemunha (T), chlorimuron (H1), Imazethapyr (H2), lactofen (H3) e imazamox (H4). UFLA, Lavras-MG, 98/99.

Observaram-se curvas seguindo o modelo linear, sendo que o maior rendimento de grãos ocorreu na primeira época de semeadura, com os valores



decrecendo linearmente a partir daí, o que pode ser atribuído a fatores climáticos como disponibilidade de água, queda de temperatura e insolação. Observou-se, ainda, que o rendimento de grãos para o milho, nas semeaduras aos 21 e 42 DAA, coincidindo com um período climático mais favorável, variou de aproximadamente 588 kg/ha a 1153 kg/ha (Tabela 24), o que está de acordo com Salton e Kichel (1997), que afirmam que a produção de sementes de milho varia de 500 a 1500 kg/ha. Visualiza-se que a partir da terceira época de semeadura (63 DAA), o rendimento médio de grãos foi inferior a 500 kg/ha, o que se deve, provavelmente, ao efeito das condições climáticas desfavoráveis, uma vez que esta época correspondeu à semeadura em 26 de janeiro, sendo que a fase de florescimento da cultura coincidiu com períodos de menor disponibilidade de água, menor temperatura e menor insolação.

## 5 CONCLUSÕES

Diante das condições nas quais foram realizados os estudos, pôde-se concluir que:

- A semeadura do milho realizada aos 84 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas chlorimuron, imazethapyr, lactofen e imazamox na soja não afetou a variável peso de matéria seca.
- A semeadura do milho realizada aos 63 dias após aplicação (DAA) do herbicida imazethapyr na soja, causou redução de 59% no peso de matéria seca. Os herbicidas chlorimuron, lactofen e imazamox também causaram redução no peso de matéria seca, porém em menor magnitude, na ordem de 48%, 28% e 48%, respectivamente.
- Milho semeado aos 84 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas chlorimuron, imazethapyr e imazamox na soja, sofreu redução no rendimento de grãos na ordem de 17%, 39% e 42%, respectivamente.
- Milho semeado aos 21 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas chlorimuron e imazethapyr apresentou maior fitotoxicidade visual com nota 7, segundo escala EWRC e maior redução no rendimento de grãos, sendo seguido em ordem decrescente pelo imazamox e lactofen.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; CASELY, J.C. The persistence and mobility of AC 222.293 in cropped and fallow land. *Proc. Br. Crop Prot. Conf.* 1996, p.569-576
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Guia de herbicidas para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 468p.
- ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F. Efeito residual das imidazolinonas, aplicadas na cultura da soja, sobre o milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu, Resumos...Viçosa: SBCPD, 1997. p.197.
- AN, Q.; CHEN, Z.Y. Persistence and bound residues of trifluralin in soil. *Acta-Pedologia Sinica*, Beijing, v.30, p.304-311, 1993.
- ANDERSON, P.C.; HIBBERD, K.A. Evidence for the interaction of an imidazolinone herbicide with leucine, valine, and isoleucine metabolism. *Weed Science*, Champaign, v.33, n.4, p.479-483, July 1985.
- ANDERSON, R. L. Environmental effects on metsulfuron and chlorsulfuron bioactivity in soil. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 14, p.517-521, 1985.
- ANDERSON, R.L.; BARRET, M.R. Residual phytotoxicity of chlorsulfuron in two soils. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.14, p.111-114, 1985.
- ANDREWS, D.J.; KUMAR, K. A. Pearl millet for food, feed, and forage. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.48, p.90-139, 1992.
- ARGENTA, J.A. Efeito residual de herbicidas usados na cultura da soja sobre as características agronômicas do milho em sucessão. Lavras, UFLA, 1999. 64p. (Dissertação Mestrado Fitotecnia).
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS (ANDEF). III Curso sobre toxicologia de defensivos agrícolas. São Paulo, 1984. 150p.
- BASHAM, G.W.; LAVY, T.L. Microbial and photolytic dissipation of imazaquin in soil. *Weed science*, Champaign, v.35, n.6, p.865-870, nov. 1987.



- BAUGHMAN, T.A.; SHAW, D.R.; RHODES JR., G.N.; MUELLER, T.C.** Effects of tillage on chlorimuron persistence. *Weed Science*, Champaign, v.44, n.1, p.162-165, Jan./march, 1996.
- BECKIE, H.J.; MCKERCHER, R.B.** Soil residual properties of DPX-A7881 under laboratory conditions. *Weed Science*, Champaign, 37: 412-418, 1989.
- BLANCO, H.G.; NOVO, M.C.S.; SANTOS, C.A.L.; CHIBA, S.** Persistência do herbicida Metribuzin em solos cultivados com soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.10, p.1073-1084, out. 1983.
- BOGDAN, A.V.** *Tropical pasture and fodder plants*. Londres: Longman, 1977. 475p. (Tropical Agricultura Series).
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais climatológicas. 1961-1990. Brasília: MA/SNI/INMET, 1992. 84p.
- BRITO, C.H. de; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ROCHA, V.S.; FERREIRA, L.R.** Tolerância de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao lactofen, em condições de verão. *Revista ceres*, Viçosa, v.42, n.243, p.454-460, set./out. 1995.
- BRITO, C.H. de; SEDIYAMA, T.; PAES, J.M.V.; FERREIRA, L.R.; POZZA, E.A.** Tolerância de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao herbicida lactofen, sob condições de inverno, em Viçosa, Minas Gerais. *Revista ceres*, Viçosa, v.43, n.250, p.768-774, nov./dez. 1996.
- COBUCCI, T.** Avaliação agronômica dos herbicidas Fomesafen e Bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho. Viçosa: UFV, 1996. 120p. (Tese- Doutorado em Fitotecnia).
- COBUCCI, T.; PRATES, H.T.; FALCÃO, C.L.M.** Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. *Weed science*, Champaign, v.46, n.2, p.258-263, Mar./Apr 1998.
- CONLGETON, W.F.; VANCANTFORT, A.M.; LIGNOWSKI, E.M.** Imazaquin (Scepter)R: a new soybean herbicide. *Weed Tecnology*, Champaign, v.1, n.2, p.187-188, Apr. 1987.
- COSTA, E.R.C. da.** Efeito residual no solo de herbicidas derivados das Imidazolinonas sobre as culturas de milho e sorgo. Viçosa: UFV, 1997. 58p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- CURRAN, W.S.; LOUX, M.M.; LIEBL, R.A.; SIMMONS, F.W. Photolysis of imidazolinone herbicides in aqueous solutions and on soil. *Weed Science*, Champaign, v.40, n.1, p.143-148, jan./mar. 1992.
- CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL. Sweeper<sup>R</sup>: herbicida, 1997. 25p. (Boletim técnico).
- DEUBER, R. *Ciência das plantas infestantes: manejo*. Campinas. 1997. v.2, 285p.
- DUARTE, C.M.L. Avaliação de forrageiras perenes de verão e milheto [Pennisetum americanum(L:) Leeke] cv. Comum integrados em sistemas de produção animal em pastagens. Porto Alegre: UFRGS, 1980. 150p. (Dissertação Mestrado em Fitotecnia).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil - 1997/98*. Londrina: EMBRAPA-CNPso, 1997. 171p. (Documentos, 106).
- EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-IPA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. *Cultura do milheto*. Fortaleza: BNB ETENE, 1982. 95p. (Monografias, 8).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FELLOWS, G.M.; FAY, P.K.; CARLSON, G.R.; STEWART, V.R. Effect of AC 222.293 soil residues on rotational crops. *Weed Technology*, v.44, n.1, p.48-51, jan./mar. 1990.
- FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. II - Chlorimuron - ethyl. *Planta daninha*, Brasília, v.11, n.1 e 2, p. 44-48, 1993.
- FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. III- Imazaquin e Imazethapyr. *Planta daninha*, Brasília, v.12, n.1, p. 39-43, 1994.

- FRANS, R.E. Measuring plant response. In: WILKILSON, R.E. (ed.). **Research methods in weed science** [S.1]: Southern Weed Science Society, 1972. p.28-41.
- FREIRE, J.C. Condutividade hidráulica de campo de latossolo roxo distrófico não saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.3, p. 73-77, 1979.
- GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GAZZIERO, D.L.P.; KARAN, D.; VOLL, R.; ULBRICH, A. Persistência dos herbicidas Imazaquin e Imazethapyr no solo e os efeitos sobre as plantas de milho e pepino. **Planta Daninha**, Botucatu, v.15, n.2, p.162-169, 1997.
- GAZZIERO, D.L.P; SOUZA, I.F. de. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. de (eds). **Cultura da soja nos cerrados**, Piracicaba- SP: POTAFOS, 1993. p.183-208.
- GOELLNER, C.I. **Utilização dos defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana**. Passo Fundo: Ed. UPF, 1992. 112p.
- GOETZ, A.J.; LAVY, T.L.; GBUR, E.E. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Science**, Champaign, v.38, 4/2, p.421-428, july/sept. 1990.
- HATZIOS, K.K (ed.). **WSSA. Herbicide handbook**. Supplement to 7<sup>th</sup> edition
- JAUHAR, P.P. **Progress and topics in cytogenetics**. New York: Alan R. Liss, 1981. Cytogenetics and breeding of pearl millet and related species, p. 1-215.
- JOHNSON, D.H.; TALBERT, R.E. Cotton (*Gossipium hirsutum*) response to imazaquin and imazethapyr soil residues. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.1, p.156-161, jan-march, jan./mar. 1996.
- JOHNSON, D.H.; TALBERT, R.E. Imazaquin, chlorimuron, and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, Champaign, v.7, n.3, p.573-577, july/sept. 1993.
- KLINGMAN, G. C.; ASHTON, F. M. **Weed science: principles and practices**. New York: John Wiley, 1975. 413p.

- LAVORENTI, A. Comportamento dos herbicidas no meio ambiente. In: **WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO**, 1996, Campinas. Anais... Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1996. p.81-115.
- LOUX, M.M.; LIEB, R. A.; SLIFE, F.W. Adsorption of imazaquin and imazethapyr on soils, sediments and select adsorbents. **Weed Science**, Champaign, v.37, n.5, p.712-718, july/sept. 1989.
- LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, Champaign, v.40, n.3, p.490-496, 1992.
- MALEFYT, T.; QUAKENBUSH, L. Influence of environmental factors on the biological activity of the imidazolinone herbicides. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. (eds.). **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC, 1991. p.103-127.
- MALIK, N.; COLE, D.E.; DARWENT, A.L.; MOYER, J.R. Imazethapyr (Pursuit)- a promising new herbicide for forage legumes. **Forage Notes**, v.32, p. 42-45, 1988.
- MANGELS, G. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil - A review of the literature. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. (eds.). **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p.191-209.
- MARSH, B.H.; LLOYD, R.W. **Weed Technology**, Champaign, v.10, n.2. p. 337-340. Apr./June. 1996.
- MEDEIROS, R.B. **Formação e manejo de pastagens para a região do Planalto Médio e Missões**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura/Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1977. 48p.
- MEYER, V. R. **Practical high-performance liquid chromatography**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 376p.
- MONTEIRO, R.T.R. Biodegradação de herbicidas. In: **WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO**, 1996, Campinas. Anais... Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1996. p.120-128.
- NOVO, M.C.S.S.; CRUZ, L.S.P.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; IGUE, T. Persistência de doses de Imazaquin em latossolo roxo cultivado com soja. **Planta daninha**, Londrina, v.15, n.1, p.30-38, 1997.

- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 467P.**
- PIRES, N. M. Bioatividade dos herbicidas trifluralina e imazaquin no solo. Viçosa - MG: UFV, 1994. 69p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**
- PURSEGLOVE, J.W. Gramineae: Pennisetum. In: Tropical crops: monocotyledons 1. New York: John Wiley & Sons, 1972. P.204-213.**
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. Guia de herbicidas - contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648p.**
- SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. Milheto: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados-MS: EMBRAPA - Agropecuária Oeste, 1997.**
- SILVA, A.A. da; FERREIRA, F.A.; BRITO, S.A.; SANTOS, J.G.M. Efeito residual de imazamox e imazethapyr em latossolo roxo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu., Resumos...Viçosa: SBCPD, 1997. p.326-327.**
- SILVA, J.B.; ARCHÂNGELO, E.R.; KARAM, D. Avaliação do efeito residual de imazamox e imazethapyr aplicados na cultura do feijão sobre milho em sucessão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu, Resumos...Viçosa: SBCPD, 1997. p.348-350.**
- SILVA, J.B.; KARAM, D.; ARCHÂNGELO, E.R. Avaliação do efeito residual de herbicidas do grupo das imidazolinonas sobre o milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu, Resumos...Viçosa: SBCPD, 1997a. p.344-346.**
- SILVA, J.B.; KARAM, D.; ARCHÂNGELO, E.R. Avaliação do efeito residual de herbicidas do grupo das imidazolinonas sobre o sorgo em sucessão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu, Resumos...Viçosa: SBCPD, 1997b. p.346-348.**
- SIVAPRASAD, B.; SARMA, K.S.S. Seedling emergence of chickpea (*Cicer arietinum*), pigeon pea (*Cajanus cajan*) and pearl millet (*Pennisetum typhoides*); effect of differential soil crusting, as induced by raindrop size, and depth of sowing. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.104, n.2, p.263-268, 1987.**

- STOUGAARD, R.N.; SHEA, P.J.; MARTIN, A.R.** Effect of soil type and pH on adsorption, mobility, and efficacy of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, Champaign, v.38, n.1, p.67-73, jan. 1990.
- TAYLOR, F.R.** Today's herbicides; cobra post-emergence herbicide shows promise for producers and PPG. Minneapolis, v.16, n.3, p.3, 1985.
- THIRUNARAYANAN, K.; ZIMDAHL, R.L. and SMIKA, D.E.** Chlorsulfuron adsorption and degradation in soil. *Weed Science*, Champaign v.33, p.558-563, 1985.
- THOMSOM, W.T.** *Agricultural chemicals: herbicides*. Fresno, Thomsom, 1983. 283p.
- ULBRICH, A.V.; RODRIGUES, B.N.; LIMA, J. de.** Efeito dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, aplicados na soja, sobre o milho safrinha. *Planta daninha*, Londrina, v.16, n.2, p.137-147, 1998.
- VETTORI, L.** *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R.** *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: UFV, 1991. 449p.
- VIDAL, A.R.** *Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas*. Porto Alegre: R.A. Vidal, 1997. 165p.
- WALKER, A.; and BROWN, P. A.** Measurement and prediction of chlorsulfuron persistence in soil. *Bulletim of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v.30, p.365-372, 1983.
- WALKER, A.** Herbicide persistence in soil. *Reviews of Weed Science*, New York, v. 3, p. 1-17, 1987.
- WESLEI, R.A.; SHAW, D.R.; BARRENTINE, W.L.** Incorporation depths of imazaquin, metribuzin, and chlorimuron for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Champaign, v.37, p.596-599, 1989.