

**EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS USADOS NA CULTURA  
DA SOJA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO  
MILHO EM SUCESSÃO**

**JOÃO ANTÔNIO ARGENTA**

**JOÃO ANTÔNIO ARGENTA**

**EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS USADOS NA CULTURA DA  
SOJA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO  
EM SUCESSÃO**

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

Orientador

Prof. João Baptista da Silva

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1999

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

Argenta, João Antônio

Efeito residual de herbicidas usados na cultura da soja sobre as  
características agronômicas do milho em sucessão / João Antônio Argenta. --  
Lavras : UFLA, 1999.

57 p. : il.

Orientador: João Baptista da Silva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Herbicida. 2. Resíduo. 3. Imazaquin. 4. Trifluralin. 5. Milho. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-632.954

-633.159954

**JOÃO ANTÔNIO ARGENTA**

**EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS USADOS NA CULTURA DA  
SOJA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO  
EM SUCESSÃO**


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

**APROVADA em 10 de maio de 1999.**

**Prof. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho UFLA**

**Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende UFLA**

**Prof. Dr. Johann Amaral Lunkes UEMG**

  
**Prof. Dr. João Baptista da Silva**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

## **DEDICATÓRIA**

**À minha família.**

**Em especial**

**à minha esposa,**

**Christiane Amaral Lunkes Argenta,**

**e aos meus filhos,**

**Luiz Felipe e Anna Caroline,**

**dedico e ofereço.**

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus, pela vida.**

**À Universidade Federal de Lavras.**

**Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.**

**Ao orientador, Dr. João Baptista da Silva.**

**À professora Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho.**

**Aos funcionários da casa verde da EMBRAPA de Sete Lagoas.**

**Ao professor Dr. Johann Amaral Lunkes, pelo auxílio na revisão.**

**Ao Manguinho, João, Cipriano, Agnaldo, Correa e demais funcionários do Departamento de Agricultura da UFLA.**

**A todos que de alguma maneira contribuíram para o êxito deste trabalho.**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Resíduos de herbicidas no solo.....	3
2.2 Comportamento do herbicida imazaquin.....	7
2.3 Comportamento do herbicida trifluralin.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	15
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.3 Instalação e condução.....	18
3.4 Características avaliadas.....	19
3.5 Análises estatísticas.....	22
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Características avaliadas no desenvolvimento da cultura do milho.....	24
4.1.1 Fitotoxicidade.....	25
4.1.2 Volume de raiz.....	30
4.1.3 Peso da matéria seca da parte aérea e da raiz e altura de plantas.....	33
4.2 Características avaliadas por ocasião da colheita.....	33
4.2.1 Altura das plantas.....	34
4.2.2 Altura de inserção da primeira espiga.....	36
4.2.3 Diâmetro do colmo.....	38
4.2.4 Produção de grãos.....	42

<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Análise química e física do solo (profundidade de 0 a 20 cm) na área experimental. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	17
2	Tratamentos, herbicidas, dose de ingrediente ativo (i.a.) em g/ha e a forma de aplicação utilizada no experimento. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	18
3	Características agronômicas do milho BR 3123.....	20
4	Escala EWRC de notas para avaliação visual de fitotoxicidade de herbicidas sobre as culturas.....	20
5	Resumo da análise de variância dos dados de fitotoxicidade (F), altura de plantas (AP), volume de raiz (VR), peso seco da parte aérea (PA) e peso seco de raiz (PR), aos 21 dias após a semeadura (DAS). UFLA, Lavras-MG, 1998.....	23
6	Valores médios de fitotoxicidade dentro das épocas (DAA), avaliado aos 21 dias após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	28

7	Valores médios do volume de raiz (ml) por planta, dentro das épocas (DAA), avaliado aos 21 dias após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras – MG, 1998.....	30
8	Resumo da análise de variância, na colheita do milho, dos dados de produção de grãos (P) em Kg/ha, altura de planta (AP), altura de inserção (AI) e diâmetro do colmo (DC) em centímetros. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	34
9	Valores médios de altura de plantas (m) na colheita do milho, por época de semeadura em dias após a aplicação (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1998.....	35
10	Valores médios da altura de inserção da primeira espiga (m) nas plantas de milho, na colheita, por época (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1998.....	36
11	Valores médios de diâmetro do colmo (cm) das plantas de milho, na colheita, por época de semeadura em dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1998.....	40
12	Valores médios de produção de grãos (Kg/ha) do milho nos tratamentos por época de semeadura, em dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) e percentual em relação a testemunha. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	43

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Temperaturas máxima e mínima do ar e precipitações pluviiais diárias observadas durante o período de condução do experimento, com anotação da época de aplicação (apl.) e das sementeiras do milho. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	16
2	Sintomas de fitotoxicidade no milho para os tratamentos trifluralin (T), trifluralin + imazaquin (T+I), imazaquin (I) e testemunha (Test), avaliados aos 21 dias após a sementeira (DAS), para as duas primeiras épocas, aos 21 e 42 dias após a aplicação (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.....	26
3	Sintomas de fitotoxicidade no milho para os tratamentos trifluralin (T), trifluralin + imazaquin (T+I), imazaquin (I) e testemunha (Test), avaliados aos 21 dias após a sementeira (DAS), para a terceira e quarta épocas aos 63 e 84 dias após a aplicação (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.....	27
4	Equações de regressão para a fitotoxicidade aos 21 dias após a sementeira do milho (DAS), em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (Test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.....	29

- 5      Equações de regressão para o volume de raízes aos 21 dias após a semeadura do milho (DAS) em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (Test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97..... 32
- 6      Equações de regressão para a altura do milho (m) na colheita, em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97..... 37
- 7      Equações de regressão para a altura de inserção da primeira espiga do milho (m) na colheita, em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97..... 39
- 8      Equações de regressão para diâmetro do côlmo (cm) na colheita, em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97..... 41

**Figura**

**Página**

- 9    Equações de regressão para a produção de grãos, em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97..... 45

## RESUMO

ARGENTA, João Antônio. Efeito residual de herbicidas usados na cultura da soja sobre características agronômicas do milho em sucessão. Lavras: UFLA, 1999. 57p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia)\*.

Com o objetivo de verificar a influência do resíduo dos herbicidas imazaquin, trifluralin e a mistura dos mesmos, utilizados na cultura da soja, sobre as características agronômicas do milho em sucessão, foi instalado um experimento no Campus da Universidade Federal de Lavras, sul de Minas Gerais, Brasil, no período de outubro de 1996 a abril de 1997. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas constituíram-se nos tratamentos com herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado e testemunha, e as subparcelas com seis épocas de semeadura do milho, em dias após a aplicação dos herbicidas na soja (21, 42, 63, 84, 105 e 126 DAA). Foram avaliados, no desenvolvimento da cultura, a fitotoxicidade visual, altura de planta, peso seco da parte aérea e peso seco de raiz e, por ocasião da colheita, a altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, quebramento, tombamento e produção de grãos. No desenvolvimento da cultura observou-se fitotoxicidade visual no milho até os 42 DAA para o imazaquin e até os 63 DAA para o trifluralin e mistura e diminuição de volume de raiz para o trifluralin aos 21 DAA. Por ocasião da colheita, observou-se diminuição da altura das plantas, inserção da primeira espiga e aumento no diâmetro do colmo até os 21 DAA para os herbicidas imazaquin e trifluralin aplicados isoladamente e para a mistura até os 42 DAA. Para a produção de grãos na primeira época, aos 21 DAA, houve redução de 21% para o imazaquin, 30% para o trifluralin e 43% para a mistura. Na a segunda época, aos 42 DAA, somente para o tratamento com a mistura dos herbicidas houve redução na produção de grãos, de 32% em relação a testemunha. A partir dos 63 DAA, os tratamentos com herbicidas mantiveram-se semelhantes à testemunha.

---

\*Comitê Orientador: João Baptista da Silva - UFLA (Orientador), Maria Laene Moreira de Carvalho - UFLA, Johann Amaral Lunkes - UEMG.

## ABSTRACT

### RESIDUAL EFFECTS OF HERBICIDES USED IN SOYBEAN CULTURE ON THE AGRONOMICAL CHARACTERISTICS OF CORN (*Zea mays* L.) IN SUCCESSION \*

With a view to studying the influence of the residues of the herbicides imazaquin, trifluralin and their mixture, used in soybean crop, on the agronomic characteristics of corn (*Zea mays* L.) grown in succession, an experiment was set up on the Universidade Federal de Lavras campus, south of Minas Gerais, Brazil, over the period of October 1996 to April 1997. The experimental design was in randomized blocks, in the split plot scheme, with four replications. The plots were composed of the treatments with herbicides applied at pre-planting incorporated and check and the subplots with six sowing times of corn, in days after application of the herbicides on soybean (21, 42, 63, 84, 105 and 126 DAA). In the development of the crop were evaluated visual phytotoxicity, plant height, aerial part dry weight and root dry weight and on the occasion of the harvest the plant height, insertion height of the first ear, culm diameter, breaking, lodging and grain yield. In the development of the crop, visual phytotoxicity was observed in corn till the 42 DAA for Imazaquim and till the 63 DAA for trifluralin and mixture and decreased root volume for trifluralin at 21 DAA. On the occasion of the harvest, the decrease of plant height, insertion of the first ear and increased culm diameter till the 21 DAA for the herbicides imazaquim and trifluralin applied singly and the mixture till 42 DAA. For grain yield at the first time at 21 DAA, there was a reduction of 21% for imazaquim, 30.5% for trifluralin and 43% for the mixture. In the second time at 42 DAA, only for the treatment with the mixture of the herbicides, there was reduced grain yield with decrease of 32% relative to the check. From the 63 DAA, the treatments with herbicides maintained similar to the check.

---

\*Guidance committee: João Baptista da Silva - UFLA (adviser), Maria Laene Moreira de Carvalho - UFLA and Johann Amaral Lunkes - UEMG

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial demanda o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais avançadas para suprir as necessidades de alimentos em quantidade e com a qualidade mínima necessária ao consumo humano ou animal.

Dentre as inúmeras culturas, o milho (*Zea mays* L.) e a soja [*Glycine max* (L.) Merrill ], são para economia mundial e para diversas regiões do Brasil, as de maior importância, podendo-se inclusive afirmar que desempenham um papel fundamental na economia nacional.

Faz parte da adoção de uma determinada tecnologia o máximo aproveitamento das áreas agrícolas, sendo comum plantar mais de uma cultura no mesmo ano agrícola. A sucessão de milho após a soja é uma prática usual em diversas regiões do país.

Na cultura da soja, os herbicidas para controle de plantas daninhas são largamente utilizados. Entre eles, o imazaquin e trifluralin, os quais podem gerar resíduos para as culturas subseqüentes. Esse problema tende a se agravar quando, por alguma condição adversa, o produtor se obriga a antecipar o próximo cultivo, diminuindo o período entre a aplicação do herbicida na soja e a sementeira de uma cultura mais suscetível, como o milho.

A entrada no mercado do herbicida imazaquin, do grupo químico das imidazolinonas, na década de 1980, aumentou a preocupação com os prejuízos causados por resíduos de herbicidas em culturas sucedâneas, tal preocupação ocorreu principalmente em função da técnica de cultivo do milho safrinha, semeado após a cultura da soja. Cobucci (1996) afirma que o problema é amplamente estudado e relatado em todo o mundo, especialmente em países de clima temperado do hemisfério norte. Entretanto, as referências na literatura



científica brasileira, específicas sobre o comportamento no solo dos herbicidas derivados das imidazolinonas, são bastante escassas (Costa, 1997).

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

O presente trabalho objetiva avaliar, em condições de campo, o efeito residual dos herbicidas imazaquin, trifluralin e sua mistura sobre a cultura do milho após a interrupção antecipada do ciclo da cultura da soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na busca de atingir produtividades agrícolas economicamente viáveis, uma das alternativas é o controle químico de plantas daninhas, definidas por Leitão et al. (1982) como aquelas que vegetam em locais onde sua presença não é desejada.

O controle químico é realizado através de herbicidas que são substâncias ou misturas de substâncias químicas ou biológicas destinadas a destruir ou impedir o desenvolvimento dos vegetais (Hertwig, 1983; ANDEF, 1984). Dentre as desvantagens do uso desses produtos, conforme diversos autores (Fink, 1972; Barnes et al. 1989; Lavorenti, 1996; Gazzieiro et al. 1997), estão os resíduos de agroquímicos, fatores que causam preocupação em todo o mundo, devido a sua atuação no meio ambiente e seu destino no solo, seja através do impacto ambiental e/ou dos efeitos residuais para as culturas subseqüentes.

### 2.1 Resíduos de herbicidas no solo

Os agroquímicos deixam resíduos onde quer que sejam empregados, às vezes inalterados em sua forma química original e outras vezes sob a forma de produtos degradados, porém, o período de sua permanência no ambiente pode definir a agressão ao meio e a outras culturas. Persistência é o período necessário para um defensivo perder sua atividade sob condições ambientais e quantidade 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).

No Brasil, para fins de registro, a periculosidade dos os 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 são os fatores que afetam a persistência de um defensivo agrícola no solo. Para Blanco et al. (1983), os mais importantes são a natureza química da formulação, a dose aplicada, as características do solo e os fatores climáticos do meio.

De acordo com Lavorenti (1996), são 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 resultando 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.

Alguns autores (An e Chen, 1993; Cobucci, 1996; 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. Com base nestas afirmações pode-se considerar que o herbicida ideal é aquele que controla a planta daninha até o limite crítico da cultura e logo após degrada-se sem causar dano ao ambiente e às culturas sucedâneas.

Desta forma, a ação residual é importante para garantir o controle por um período de tempo em que a cultura deve estar livre das plantas daninhas após a emergência, período denominado por Deuber (1997), de crítico. Contudo, o autor afirma que se este produto persistir ativo no solo por um período de tempo

superior ao período crítico poderá se tornar um problema para o ambiente e para as culturas subseqüentes.

Rodrigues e Almeida (1995) afirmam que o milho é particularmente sensível ao imazaquin, requerendo um intervalo de segurança de 300 dias. Da mesma forma, Gazzieiro et al. (1997) justificam a necessidade de 300 dias de intervalo entre a aplicação do Imazaquin e a semeadura do milho em rotação, por questões de segurança, uma vez que não existem informações, sobre o assunto, no Brasil. O mesmo autor salienta que, no Brasil, apesar dessas recomendações, é realizada a semeadura do milho safrinha com intervalo reduzido para aproximadamente 120-150 dias da aplicação.

Para as condições tropicais e subtropicais, Anderson (1983) e Yamaciro (1989), citados por Oliveira (1995), comentam que os herbicidas trifluralin e imazaquin, dependendo das condições edafoclimáticas, poderão permanecer ativos no solo por longo período, podendo ainda afetar o crescimento e o desenvolvimento de culturas que virão em sucessão.

Em função de um grande e diversificado número de espécies vegetais consideradas daninhas (das mais diversas famílias), os prejuízos causados pelos efeitos residuais de herbicidas podem ser agravados, uma vez que os agricultores utilizam combinações ou misturas de herbicidas, até mesmo sem recomendação técnica para obter um controle satisfatório das plantas daninhas.

No Brasil, mais de 80% das aplicações de herbicidas são realizadas de forma combinada através de misturas de tanque, formando caldas compostas pela diluição de dois ou mais produtos, pois a maioria dos herbicidas não é eficiente contra todas as espécies que podem ocorrer e, ao mesmo tempo, ser seletivo para a cultura. Os herbicidas comerciais têm aspectos próprios de atividade que variam de produto para produto, sendo alguns mais gramínicidas outros mais latifolicidas (Kissmann, 1997).

O imazaquin, de acordo com Costa (1997), teve seu crescimento em área aplicada devido, principalmente, ao seu excelente controle de plantas daninhas dicotiledôneas, entre as quais o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). Contudo, é comum a ocorrência conjunta de espécies de dicotiledôneas e monocotiledôneas, tais como a *Brachiaria plantaginea* e a *Digitaria horizontalis*, numa mesma área de cultivo. Desta forma, é necessária a associação ou mistura do imazaquin com outro herbicida, sendo o trifluralin, o herbicida mais utilizado e estudado nesta associação (Siqueira, 1990 e Barroso, 1996).

Várias técnicas de estudos de resíduos de herbicidas no solo são difundidas, entre elas a espectroscopia, a cromatografia e o bioensaio, que é uma técnica utilizada por vários pesquisadores e consiste na determinação de resíduos de herbicidas através de uma planta teste ou sensível, avaliando-se nesta as alterações do crescimento e produtividade (Loux, Liebl e Slife, 1989; Kirksey et al., 1992; Curran, Liebl e Simmons, 1992; Monks e Banks, 1993; Egbuomwan et al., 1993; Schroeder, 1994; Stork e Hannah, 1996; Novo et al., 1997 e Gazzieiro et al., 1997).

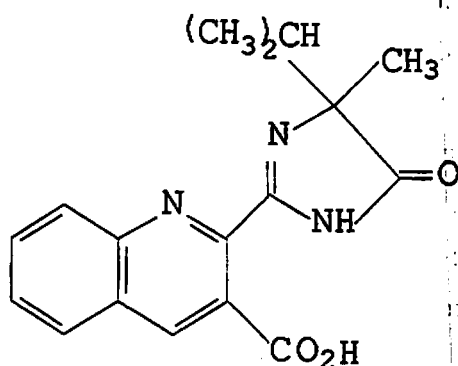
Para Santelman (1977), citado por Pires (1994), a maior vantagem do bioensaio é a segurança de que a porção fitotóxica da molécula do herbicida está sendo efetivamente avaliada porque ela é extraída por meio de uma planta teste e, nos demais métodos experimentais, erros são introduzidos, principalmente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

Muitos fatores podem atuar na resposta das plantas testadas em bioensaios para verificação da influência dos resíduos de herbicidas, entre eles o tipo de solo, teor de matéria orgânica, o pH (que está relacionado diretamente com o potencial de adsorção do herbicida ao solo), umidade do solo (que relaciona-se diretamente com a degradação biológica entre outras), localização

da semente no solo, nível de nutrientes do solo, densidade de semeadura, luz, temperatura, cultivar e interação entre herbicidas (Appleby, 1985).

## 2.2 Comportamento do herbicida imazaquin.

O ácido 2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-3-quinolinacarboxílico, imazaquin, é um herbicida do grupo das imidazolinonas, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Registrado no Brasil para a cultura da soja, o imazaquin pode ser utilizado em pré plantio incorporado (PPI), incorporação superficial ou pré-emergência (PRÉ), controlando essencialmente as plantas daninhas de folhas largas. Esse grupo de herbicidas entrou no mercado na década de 1980 com grande sucesso pela alta eficácia em doses reduzidas, sendo largamente utilizado no Brasil e em diversos países (Kissmann, 1993 e Costa, 1997). Esse produto é absorvido tanto pelas raízes como pelas folhas, transloca-se pelo xilema e floema e acumula-se nas zonas de crescimento, provocando-lhes necrose. É inibidor da enzima acetohidroxiácido sintase (AHAS), também conhecida como acetolactato sintase (ALS), a qual catalisa as reações de síntese dos aminoácidos

valina, leucina e isoleucina, reduzindo os níveis destes aminoácidos (Congleton et al. 1987; Rodrigues e Almeida, 1995).

A redução nos níveis destes aminoácidos acarreta sérios distúrbios na produção de proteína celular, resultando em interferência na síntese de DNA e paralisação do crescimento celular, promovendo necrose no meristema apical, segundo Ray (1984), citado por Barroso, (1996). Sua persistência no solo é alta, sendo o milho muito suscetível (Rodrigues e Almeida, 1995 e Gazzieiro, 1997).

A meia vida do imazaquin é de 210 dias e sua degradação ocorre essencialmente por via microbiana, conforme relatam Rodrigues e Almeida (1995). Essa afirmação é confirmada por Pederneira (1997), que avaliou a degradação através de um bioensaio de milho, em que foi utilizado um solo normal e outro esterilizado, sendo que após 150 dias, o solo normal indicou perda quase completa da atividade herbicida, mas, em solo estéril, a perda da atividade herbicida deduziu apenas 14%. O mesmo autor demonstra a importância da temperatura na degradação do herbicida, sendo que a velocidade de degradação do produto dobrou quando se aumentou a temperatura de 15 para 30°C.

O modo de aplicação também pode interferir no efeito residual do imazaquin, pois quando o produto é aplicado na superfície, o período residual pode atingir 90 dias e quando incorporado ao solo este período pode chegar a 120 dias (Pires, 1994). Esta influência na variação do efeito residual foi confirmada por Renner et al. (1988) e Curran (1991), que verificaram degradação mais lenta em PPI (Pré-plantio incorporado) do que em PRE (Pré-emergência). Porém, Fleck et al. (1994) contradizem esses resultados e relatam que a atividade herbicida de imazaquin não depende do modo de aplicação.

Conforme a natureza química de um herbicida, a adsorção será dependente do pH do solo, sendo que, para Renner et al. (1988), a adsorção do

imazaquin no solo aumenta com a diminuição de pH, dentro da faixa de pH 8.0 até 3.0.

Estudando a influência do pH na faixa de 5,1 a 7,1 sobre a persistência do imazaquin num solo com 2,8% de matéria orgânica, Marsh (1996) observou um efeito residual menor para a faixa de 5,5 a 7,1 e uma persistência maior para o pH 5,1. Ainda com referência à influência do pH, Loux (1992) cita que a persistência aumentou em função do decréscimo do pH no solo na faixa entre 4,5 e 6,5, sendo esta maior persistência atribuída em parte ao aumento da adsorção e ao decréscimo da degradação microbiana do produto nesta faixa de pH. O autor ainda relata que, ao repetir o mesmo experimento, observou que em anos de menor precipitação e solo seco por ocasião da aplicação a dissipação do produto foi mais lenta, demonstrando também a influência da umidade sobre o efeito residual do imazaquin.

Quanto ao período de dissipação do produto no solo, Renner et al. (1988) verificam uma rápida degradação nos primeiros 30 dias, seguida de uma dissipação mais lenta durante os 120 dias subseqüentes, observando uma tendência de degradação bifásica. Esses resultados vão de encontro às afirmações de Novo et al. (1997), que constataram, através de um bioensaio com a planta teste pepino (*Cucumis sativus* L. cv Sprent), um comportamento bifásico do efeito residual do imazaquin ao longo do tempo. Os autores verificaram que na primeira fase ocorreu uma rápida redução do efeito residual do produto e o surgimento de uma segunda fase com a mesma intensidade de efeito residual verificada na primeira e que somente a partir de 104 dias para a dose de 150g/ha não mais existia atividade residual do produto.

Reginato e Turco (1995) observaram que as moléculas de imazaquin adsorvidas nas superfícies externas difundem-se continuamente para as superfícies internas do solo e/ou formando ligações mais fortes com as partículas do solo, fazendo com que o produto se torne mais resistente à lixiviação com o



passar do tempo. A adsorção deste herbicida também está relacionada com o teor de matéria orgânica, não sendo significativo para o teor de argila e a (CTC) capacidade de troca de cátions (Loux et al., 1989).

O imazaquin pode deixar resíduos fitotóxicos para diversas culturas, sendo que para o algodão, de acordo com Barnes et al. (1989), promoveu atraso de até 3 semanas no desenvolvimento da plantas. Na cultura de girassol, o resíduo do imazaquin mostrou-se altamente tóxico, causando redução na altura de plantas até a maturação (Fleck et al.1994). Já para a cultura de espinafre, Johnson e Talbert (1993) verificaram que a dose de 140g/ha de imazaquin provocou fitotoxicidade e redução do rendimento até 120 dias após a aplicação.

Trabalhando com a cultura de sorgo, Costa (1997) observou sintomas na parte aérea até 110 dias após a aplicação para a dose de 140 g/ha e de até 125 dias quando foi duplicada.

Na cultura do milho, de acordo com Evbuomwan et al. (1993), a persistência de imazaquin da dose de 150g/ha prejudicou o crescimento e desenvolvimento da cultura até 56 dias após o tratamento a campo. Por outro lado, Walsh et al. (1993) verificaram que o resíduo de imazaquin causou interferência na produção desta cultura, com redução de 7% quando semeado até 390 dias após aplicação do produto.

Para Curran et al. (1991), o milho semeado após a cultura da soja na qual foi aplicado imazaquin sofreu redução na altura de plantas do período vegetativo até o florescimento e também no peso seco da parte aérea, sem, no entanto, apresentar diminuição na produtividade.

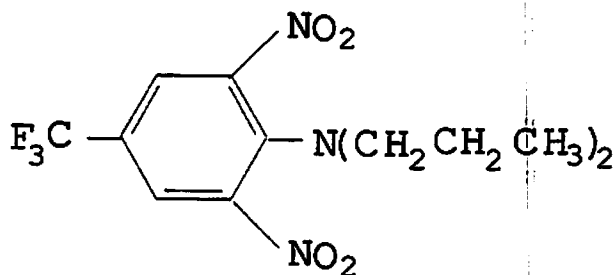
No Brasil, poucos são os estudos relatando efeito dos resíduos de imazaquin para a cultura do milho, entre eles o de Silva e Filho (1993) que observaram sintomas de fitotoxicidade na parte aérea e radicular até 150 dias após tratamento, com arroxamento das folhas, redução na altura das plantas e inibição no desenvolvimento de raízes de milho.

Silva, Karam e Archângelo (1996), ao semear a cultivar BR 201 aos 170 dias após a aplicação do herbicida imazaquin, não observaram efeito residual para o número de espigas, produtividade, estande inicial, altura de plantas, volume radicular, peso seco da parte aérea e raízes, avaliados aos 18, 25 32 e 39 dias após a semeadura e na colheita. Estes resultados são semelhantes àqueles obtidos por Silva, Archângelo e Duarte (1997) e Almeida e Leite (1997), para os quais, 130 dias após aplicação do produto, também não houve interferência para os mesmos parâmetros desde a germinação até a colheita do milho.

Estudando a persistência do imazaquin em um solo com 75% de argila e 2,7% de matéria orgânica, Gazzieiro et al. (1997) avaliaram a fitotoxicidade para a cultivar Pioneer 3072 semeado ao 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a aplicação do produto, na dose de 0,15kg/ha. Os autores observaram efeito prejudicial à produtividade para o milho semeado até os 90 dias após a aplicação e somente a partir dos 120 dias não houve mais interferência do produto. Já para a biomassa seca (g/planta) foram encontradas diferenças estatísticas até os 30 dias após a aplicação.

### 2.3 Comportamento do herbicida trifluralin

O herbicida trifluralin é um composto não-iônico com nome químico de  $\alpha,\alpha,\alpha$ -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropil-p-toluidina, pertencente ao grupo químico das dinitroanilinas, apresentando a seguinte fórmula estrutural:



O trifluralin é registrado no Brasil para o controle de gramíneas anuais e algumas perenes, para as culturas de soja, feijão, milho, mandioca, amendoim, algodão, entre outras. Existem no mercado as formulações 445 g/l, 480 g/l e 600g/l, sendo que na cultura da soja pode-se utilizar qualquer uma delas. Para a cultura do milho, utiliza-se apenas a formulação 600g/l em pré-emergência em solos médios e pesados (acima de 2% de matéria orgânica), devendo a semeadura ser realizada a profundidade de 5cm para evitar o contato da semente com o produto, o que pode provocar fitotoxicidade à cultura (Rodrigues e Almeida, 1995).

Para Storino (1993), a degradação da formulação 600g/l, quando comparada com as demais, é muito semelhante, tendo meia vida entre 90 e 180 dias, sendo o produto classificado como de alta persistência. Tal afirmação foi confirmada por Pires (1994), que observou que as formulações 600 e 445g/l apresentaram comportamento semelhante, necessitando serem incorporadas ao solo para garantir a eficiência no caso das culturas que permitam a adoção desta prática.

O modo de aplicação também está relacionado ao efeito residual do produto. Quando o herbicida foi aplicado na superfície do solo, dissipou-se dentro do período de 15 dias, devido, principalmente, à fotodecomposição, e tendo o produto sido incorporado ao solo, permaneceu ativo até 120 dias após a aplicação (Pires, 1994).

O herbicida é absorvido na planta pelo caulículo e radícula, afetando a divisão celular dos tecidos meristemáticos. Os efeitos fitotóxicos do grupo das dinitroanilinas, segundo Gazzieiro e Neumaier (1985), inibem a divisão celular manifestando-se através de raízes curtas e grossas, com aspecto de terem sido podadas.

No solo, é fortemente adsorvido pelos colóides da matéria orgânica e pouco pelos da argila (Rodrigues e Almeida, 1995), sendo que, de acordo com Storino (1993), a maior parte do herbicida se concentra nos primeiros 5cm de profundidade no solo, quando analisado por um período de um ano.

O herbicida oferece grande resistência à movimentação no solo através da água, sendo que a incorporação estabelece fisicamente sua concentração na faixa ou camada superficial do solo onde ocorre a germinação da maioria das plantas daninhas.

O teor de matéria orgânica do solo é um fator importante para a determinação do período residual, enquanto a adsorção por frações de areia ou argila do solo tem pouca influência (Hertwig, 1983), bem como o pH do solo, de acordo com Peter e Weber (1985).

Alguns fatores ambientais, como umidade e temperatura, podem exercer influência na degradação do trifluralin, sendo que, para Jolley (1994), a umidade e temperaturas crescentes aumentam a velocidade de degradação e, nos anos em que ocorre baixa precipitação pluviométrica há indicação de um potencial para longa permanência do produto no solo.

Rodrigues e Almeida (1995) afirmam que sua degradação ocorre por via química, microbiana, através da fotólise e, principalmente, em condições anaeróbicas, sendo que num solo encharcado foi verificada degradação do produto ao nível de 98% e num solo em condições aeróbicas 25%, durante o mesmo período de tempo. Segundo An (1993), o fator primordial para a degradação do trifluralin no solo é a atividade microbiana, especialmente em solos úmidos. Entretanto, para Smith et al. (1988), a fotodecomposição é considerada um dos mais importantes processos que atuam na perda do trifluralin a campo.

Trabalhando com as doses de 1,12 e 2,24kg/ha de produto comercial (p.c.) em solo com 2% de matéria orgânica, Fink (1972) observou fitotoxicidade

residual do herbicida trifluralin sobre a cultura do milho, 420 dias após a aplicação, que provocou injúrias e diferenças na altura de plantas. Esses dados são confirmados por Hartzler et al. (1990) que, semeando milho aos 150 dias após a aplicação de trifluralin nas doses de 1,1; 2,2, e 4,5kg/ha de p.c., relataram redução no crescimento das plantas na ordem de 8% para a dose de 2,2 e de 24% para a dose de 4,5kg/ha, sendo que a produção de grãos somente foi afetada pela maior dose, com redução de 16%.

Redução significativa do peso de matéria seca da parte aérea das plântulas de milho, foi verificada por Trindade e Souza (1995) aos 18 e 28 dias após a aplicação de trifluralin, quando o produto foi aplicado em pré-emergência, 24 horas após a semeadura. Já Silva e Filho (1993) constataram redução do peso seco da parte aérea para o milho semeado até 60 dias após a aplicação de trifluralin e redução do volume de raiz na ordem de 20% até os 150 dias após a aplicação.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi instalado no ano agrícola de 1996/97, no município de Lavras, no Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) que, de acordo com Castro Neto et al. (1980), situa-se no sul do estado de Minas Gerais a uma altitude de 910 metros, latitude 21°14'S e longitude 45°00'W. O clima é do tipo Cwb, segundo a classificação de Koppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A precipitação anual média é de 1493,2mm com temperaturas máximas e mínimas de 26,0 e 15,6°C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979).

As variações de temperatura máxima e mínima do ar e precipitações pluviiais ocorridas durante o período de condução do experimento (outubro de 1996 a abril de 1997) são apresentadas na Figura 1.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo húmico distrófico, com textura média, de relevo suavemente inclinado. Os dados da análise química e física do solo na área do experimento são apresentados na Tabela 1.

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental adotado 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 divididas em seis, perfazendo um total de 24 subparcelas por bloco. A área total da parcela foi de 216m<sup>2</sup> (3,6m x 60m) e cada subparcela com área total de 36m<sup>2</sup> (3,6m de largura x 10,0m de comprimento).

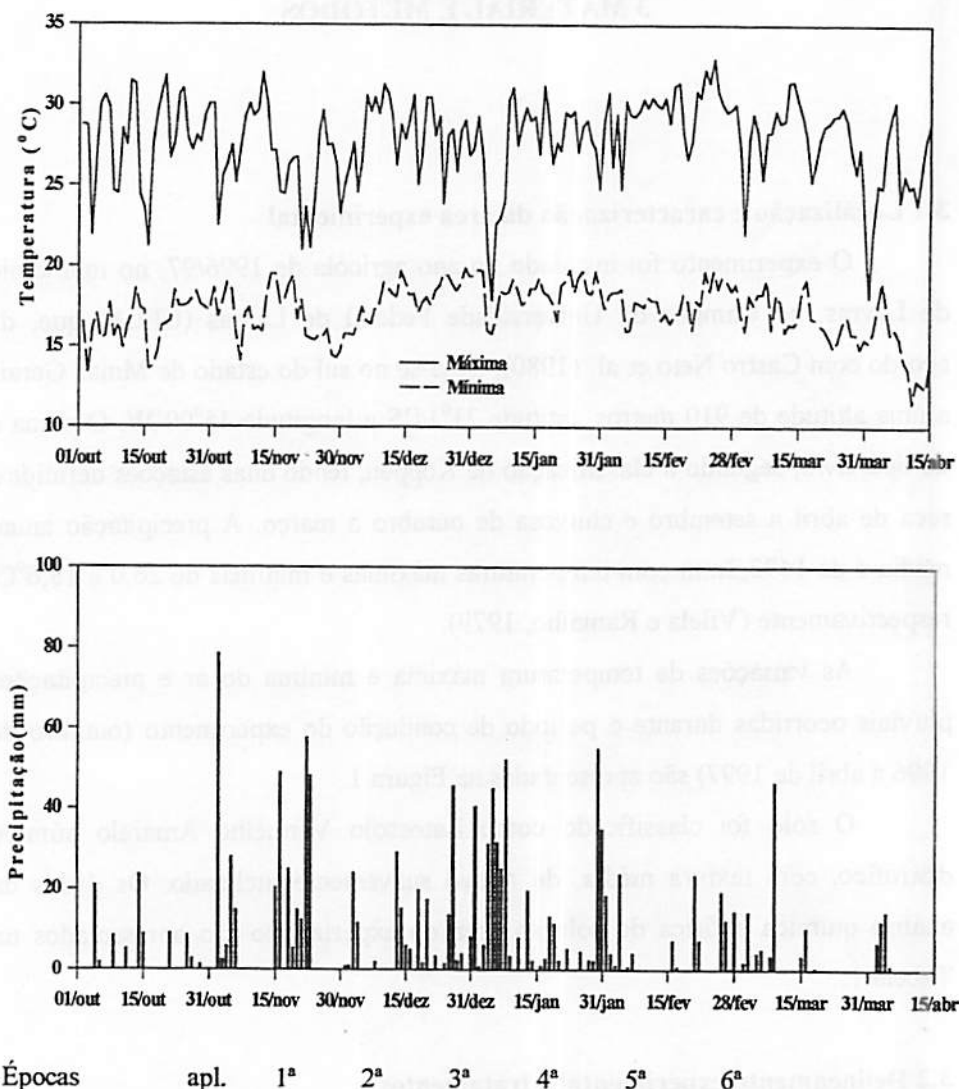


FIGURA 1. Temperaturas máxima e mínima do ar e precipitações pluviiais diárias observadas durante o período de condução do experimento, com anotação da época de aplicação (apl.) e das sementeiras do milho. UFLA, Lavras-MG, 1999.

TABELA 1. Análise química e física do solo (profundidade de 0 a 20cm) na área experimental. UFLA, Lavras - MG, 1999<sup>(1)</sup>.

Análise Química	
pH em água	6.1
Matéria orgânica (%)	2.7
H+Al (mmolc/ dm <sup>3</sup> )	32
Cálcio (mmolc/ dm <sup>3</sup> )	37
Magnésio (mmolc/ dm <sup>3</sup> )	7
Alumínio (mmolc/ dm <sup>3</sup> )	0
Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )	95
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	17
Saturação bases CTC (%)	59
CTC (mmolc/ dm <sup>3</sup> )	46
Saturação de Al (%)	0
Análise Física	
Areia (%)	24
Limo (%)	36
Argila (%)	40

<sup>(1)</sup> Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

As parcelas constituíram-se nos tratamentos com herbicidas, conforme Tabela 2, sendo utilizados os produtos comerciais Scepter (150g de i.a. de imazaquin/ha) e Premerlin 600 (780g de i.a. de trifluralin/ha), e as doses utilizadas, recomendadas em PPI para a cultura da soja de acordo com Rodrigues e Almeida (1995).



**TABELA 2.** Tratamentos, herbicidas, dose de ingrediente ativo (i.a.) em g/ha e a forma de aplicação utilizados no experimento. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Tratamento	Produto	Dose (g de i.a./ha)	Forma de aplicação
1	testemunha	—	—
2	imazaquin	150	PPI
3	imazaquin + trifluralin	150 + 780	PPI
4	trifluralin	780	PPI

Os tratamentos nas subparcelas foram constituídos pelas épocas de semeaduras do milho em dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas na soja, sendo:

1ª época – 21 DAA - 15/11/96

2ª época – 42 DAA - 06/12/96

3ª época – 63 DAA - 27/12/96

4ª época – 84 DAA - 17/01/97

5ª época – 105 DAA - 07/02/97

6ª época – 126 DAA - 28/02/97

### 3.3 Instalação e condução

O solo foi preparado através de uma aração e posterior gradagem em toda a área do experimento. A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> munido de bicos com pontas de jato leque 11003, a uma pressão constante de 40 libras/pol<sup>2</sup>, utilizando-se a água

como veículo de distribuição, com vazão de 220 litros/ha. A pulverização foi realizada no dia 25/10/96, das 16 às 17:30 horas, com solo na capacidade de campo, umidade relativa do ar a 80%, temperatura de 22°C e céu nublado. Imediatamente após a aplicação, os herbicidas foram incorporados ao solo (PPI), com uma passagem de grade niveladora de discos a uma profundidade de 12 cm.

Foi utilizada a cultivar Doko-RC, semeada manualmente no dia 29/06/96, com 25 sementes por metro linear, espaçadas de 40cm, utilizando-se uma adubação na linha de 400 kg da formulação 04-14-08.

A semeadura do milho foi realizada na linha da soja após o corte da mesma, em cada uma das épocas correspondentes ao tratamento das subparcelas (21, 42, 63, 84, 105 e 126 DAA) com três sementes a cada 20cm na linha com posterior desbaste, deixando-se uma planta a cada 20cm de sulco. A adubação utilizada foi de 440kg da formulação 04-30-16 e uma adubação de cobertura de 60kg de N/ha, tendo como fonte a uréia, de acordo com a EMBRAPA (1993).


A cultivar de milho BR 3123 utilizada no experimento tem suas características agronômicas descritas na Tabela 3. O controle de plantas daninhas na cultura da soja e do milho foi realizado manualmente evitando a movimentação do solo.



### 3.4 Características avaliadas

Foram avaliados na cultura do milho o estande final, a fitotoxicidade dos produtos, altura das plantas, volume radicular, peso seco da parte aérea e radicular, altura da espiga, diâmetro do colmo, acamamento, quebramento e produção de grão.





Nas épocas de avaliação do volume radicular e peso seco da parte aérea e da raiz foram tomadas amostras correspondentes a 1 metro de linha do milho por subparcela. O volume de raiz das plantas de milho foi avaliado através da coleta das plantas em um metro linear por subparcela, sendo o solo restante retirado em água corrente sobre uma peneira com tela. As raízes, após separadas da parte aérea, foram emergidas em uma proveta graduada, onde, pelo deslocamento da água, obteve-se o volume.


Para peso seco da parte aérea e radicular, foram utilizadas as plantas do item anterior, tendo as mesmas sido separadas e colocadas em estufa a temperatura de 70°C por um período de 72 horas. Após a secagem, a biomassa foi pesada, sendo o resultado obtido dividido pelo número de plantas da amostra, obtendo-se o peso seco por planta.

A altura das plantas foi determinada nas quatro avaliações no desenvolvimento inicial da cultura aos 14, 21, 28 e 35 dias após a semeadura (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 à extremidade da última folha ereta nas avaliações iniciais e até a inserção da folha bandeira na colheita.

O estande final foi obtido pela contagem das plantas de milho em toda a área útil da subparcela por ocasião da colheita, sendo o resultado expresso em número de plantas por metro linear.

A altura de inserção da primeira espiga foi mensurada com régua graduada, da distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga, tomando-se aleatoriamente 10 plantas dentro da área útil da subparcela.

O diâmetro do colmo foi avaliado medindo-se a espessura de 10 plantas aleatoriamente dentro da área colhida, a uma altura de 5cm do solo com um paquímetro. O resultado obtido foi o diâmetro médio do colmo por planta na colheita.



A avaliação do acamamento foi realizada através da contagem, antes da colheita, das plantas que apresentavam-se inclinadas formando um ângulo superior a 40° da vertical, sendo o resultado expresso em percentagem em relação ao número total de plantas avaliadas.

O quebramento foi avaliado através da contagem, antes da colheita, das plantas que estavam quebradas abaixo da inserção da espiga, sendo o resultado expresso em percentagem em relação ao total de plantas avaliadas.

A produtividade foi obtida através da colheita manual das espigas produzidas nas duas linhas centrais da cada subparcela útil. Após despalhamento manual foi efetuada a debulha das espigas em debulhador mecânico com cilindro dentado. A produção foi obtida pesando-se os grãos, sendo os dados transformados para kg/ha e corrigidos para 12% de umidade pela fórmula citada pela ABEAS (1987):

$$P_i \times (100 - U_i) = P_f \times (100 - U_f)$$

sendo:  $P_i$  = peso inicial das sementes

$U_i$  = umidade inicial

$P_f$  = peso final da semente para a umidade requerida

$U_f$  = umidade final requerida para a correção

### 3.5 Análises estatísticas

Todos os dados obtidos foram submetidos a análise de variância usando-se o teste de F. Para o efeito dos tratamentos dentro das épocas procedeu-se a análise de variância dos dados, utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade, e, para o efeito entre as épocas dos tratamentos em relação a testemunha, fez-se a avaliação utilizando-se regressão polinomial.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características avaliadas no desenvolvimento da cultura do milho

Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 5 para os parâmetros fitotoxicidade, altura de plantas, volume de raiz, peso seco da parte aérea e peso seco de raiz.

TABELA 5. Resumo da análise de variância dos dados de fitotoxicidade (F), altura de plantas (AP), volume de raiz (VR), peso seco da parte aérea (PA) e peso seco de raiz (PR), aos 21 dias após a semeadura (DAS). UFLA, Lavras - MG, 1998.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios				
		F	AP	VR	PA	PR
Blocos	3	0,1215	13,13	1,3873	0,3603	0,0037
Tratamentos (T)	3	0,9548*	8,73	0,9740	0,0620	0,0099
Resíduo (A)	9	0,1863	5,50	1,1017	0,1142	0,0043
Época (E)	5	2,2937**	290,13**	4,6607*	2,5026**	0,0755**
Resíduo (B)	15	0,0881	13,79	1,6173	0,3476	0,0097
T x E	15	0,2881**	4,27	1,1753*	0,1254	0,0056
Resíduo (C)	45	0,0752	4,77	0,8596	0,1226	0,0046
Média geral			13,96	3,15	0,99	0,31
C.V. (A)		22,07	16,80	33,25	34,06	21,09
C.V. (B)		28,12	26,59	40,29	59,41	31,58
C.V. (C)		20,87	15,64	29,37	35,28	21,74

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

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

Os dados mostram efeito segundo o teste de F ao nível de 5% para fitotoxicidade entre os tratamentos. Todos os parâmetros analisados

apresentaram diferença significativa entre as épocas de semeadura do milho após a soja e também para a interação entre tratamento x época, no caso de fitotoxicidade e volume de raiz.

✓ As diferenças encontradas para as épocas em todas as características analisadas podem ser atribuídas à influência do longo período de realização do experimento (outubro de 1996 a abril de 1997) com a última semeadura realizada aos 105 dias após a primeira, pois, conforme a EMBRAPA (1993), dependendo da época de semeadura, podem-se obter grandes diferenças na produtividade e no ciclo da cultura, em função de fatores climáticos como a umidade, temperatura e luminosidade.

Através da Figura 1 podem ser constatadas as afirmações acima, pois pode ser observado que as precipitações pluviométricas no período de 15 de novembro a 30 de dezembro foram as mais altas do ciclo, coincidindo com as três primeiras épocas de semeadura que apresentaram as maiores produções de grãos. A partir do dia 7 de fevereiro até o final do experimento houve queda acentuada na incidência da precipitação e maiores diferenças entre as temperaturas máxima e mínima, o que provavelmente contribuiu para que as últimas duas épocas semeadas nesse período apresentassem as menores produções de grãos do experimento.

Para análise dos parâmetros relacionados com o desenvolvimento da cultura de milho, apesar de terem sido realizadas quatro avaliações aos 14, 21, 28 e 35 dias após a semeadura (DAS), para cada época de semeadura (DAA), considerou-se somente aquela realizada aos 21 DAS, por mostrar-se a mais representativa e a que melhor expressou a interferência dos resíduos de herbicidas no desenvolvimento das plantas. Metodologia semelhante foi adotada por Gazzieiro et al. (1997).

#### 4.1.1 Fitotoxicidade

As plantas de milho que se desenvolveram nas áreas em que havia sido aplicado imazaquin apresentaram os sintomas de fitotoxicidade caracterizados pelo menor porte da planta, tamanho reduzido das folhas, algumas apresentando folhas secas ou encarquilhadas formando cartuchos, coloração arroxeada, especialmente nas folhas mais velhas. Nas parcelas tratadas com o trifluralin, as plantas de milho apresentaram porte menor, com folhas ou parte delas secas e as raízes de tamanho reduzido e grossas. No tratamento com a mistura dos herbicidas verificou-se associação dos sintomas ocasionando maior injúria, sem, contudo, apresentar efeito sinérgico. As Figuras 2 e 3 mostram o aspecto visual das plantas de milho emergidas e desenvolvidas nas parcelas anteriormente tratadas com os herbicidas imazaquin e trifluralin nas diversas épocas de semeadura.

Na Tabela 6, em que são apresentados os valores médios da fitotoxicidade dentro de cada época, nota-se que aos 21 DAA os tratamentos com herbicidas apresentaram níveis de fitotoxicidade semelhantes, porém, já aos 42 DAA, a mistura em tanque foi mais fitotóxica que os dois herbicidas isolados (Figura 2), e, aos 63 DAA, somente a mistura e o trifluralin apresentaram fitotoxicidade significativa em relação à testemunha. Apesar das diferentes notas atribuídas a partir dos 84 DAA, todos os tratamentos são estatisticamente iguais à testemunha, porém é importante salientar que foi observado efeito fitotóxico visual até os 105 DAA.

A Figura 4 ilustra o desdobramento da interação tratamento x época com as respectivas equações de regressão para a evolução da fitotoxicidade ao longo das épocas. Observa-se uma curva decrescente seguindo modelo quadrático para este parâmetro nos tratamentos com herbicida, com a fitotoxicidade diminuindo à medida que aumenta o período entre a aplicação e a semeadura do milho.





(T)

(T + I)

(I)

(Test)

21 DAA



(Test)

(I)

(T)

(T + I)

42 DAA

FIGURA 2. Sintomas de fitotoxicidade no milho para os tratamentos trifluralin (T), trifluralin + imazaquin (T+I), imazaquin (I) e testemunha (Test), avaliados aos 21 dias após semeadura (DAS) para as duas primeiras épocas, aos 21 e 42 dias após aplicação (DAA). UFLA, Lavras - MG, 1996/97



(T)

(T+I)

(I)

(Test)

63 DAA



(T)

(T+I)

(I)

(Test)

84 DAA

FIGURA 3. Sintomas de fitotoxicidade no milho para os tratamentos trifluralin (T), trifluralin + imazaquin (T+I), imazaquin (I) e testemunha (Test), avaliados aos 21 dias após a semeadura (DAS) para a terceira e quarta épocas, aos 63 e 84 dias após a aplicação (DAA). UFLA, Lavras – MG, 1996/97.

**TABELA 6. Valores médios de fitotoxicidade nas épocas (DAA), avaliados aos 21 dias após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.**

Tratamentos	Épocas (dias após aplicação - DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	1b	1b	1b	1	1	1
Imazaquin	7a	4a	2b	2	2	1
Trifl+Imaz	8a	7a	4a	1	1	1
Trifluralin	7a	4a	3a	1	1	1

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

Tais resultados obtidos para fitotoxicidade com imazaquin são similares aos de Gazzieiro et al. (1997) que avaliaram o efeito residual do imazaquin, em casa de vegetação através da avaliação visual e observaram fitotoxicidade prejudicial à produtividade, considerada irreversível até os 90 dias após a aplicação. Estes dados diferem, porém, dos encontrados por Silva e Filho (1993) que verificaram que o efeito residual fitotóxico foi mais prolongado, como o arroxamento de folhas até 150 dias após a aplicação do produto.

No caso do trifluralin, o período em que se observou efeito residual fitotóxico foi menor quando comparado aos dados de Fink (1992), que mostraram o efeito do herbicida sobre as plantas de milho causando injúrias até 420 DAA. Este efeito diferenciado deve-se, provavelmente a utilização de doses maiores do que a utilizada neste experimento, o que fez com que o trabalho do referido autor mostrasse o período residual superior ao obtido no presente trabalho.

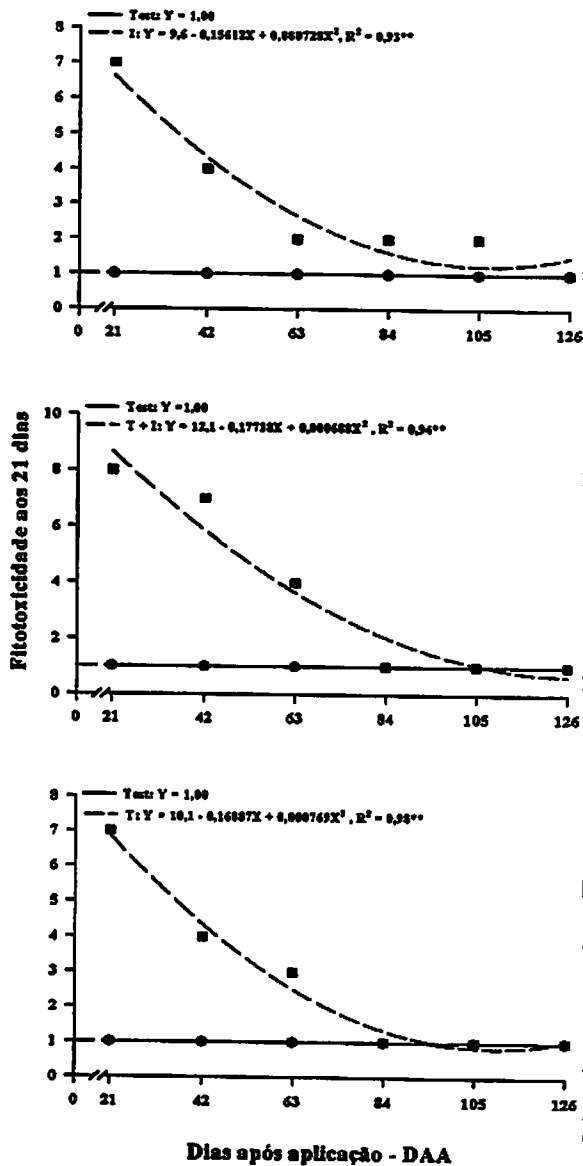


FIGURA 4. Equações de regressão para a fitotoxicidade aos 21 dias após a semeadura do milho (DAS), em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação à testemunha (Test). UFLA, Lavras, MG, 1996/97.

#### 4.1.2 Volume de raiz

Os resultados do volume médio de raiz por planta são apresentados na Tabela 7, sendo os mesmos comparados dentro de cada época. As plantas que se desenvolveram em solo tratado com imazaquin com a mistura apresentaram maior volume em relação a testemunha e ao tratamento com trifluralin aos 21 DAA e, a partir desta época, não se verificou mais diferença entre os tratamentos.

A ocorrência de um maior volume radicular das plantas do tratamento com imazaquin verificado no presente trabalho pode ser explicada pelo fato, segundo Ray (1984), citado por Barroso (1996), de que o produto promove uma necrose no meristema apical com conseqüente emissão de novas raízes acima deste. Após o crescimento dessa nova raiz, ocorre novamente a morte de tecido apical, promovendo a emissão de novas raízes e assim sucessivamente, originando com isso um grande volume de raízes pequenas e pouco desenvolvidas.

TABELA 7. Valores médios do volume de raiz (ml) por planta dentro das épocas (DAA), avaliados aos 21 dias após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Tratamentos	Épocas (dias após aplicação - DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	2,95b	4,07	2,70	2,27	3,25	3,25
Imazaquin	4,87a	3,85	2,95	2,47	2,62	3,17
Trifl + imaz	4,40a	3,77	2,05	3,40	2,87	3,37
Trifluralin	2,75b	2,75	2,65	3,17	2,52	2,57

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

A similaridade de resultados observados para os tratamentos com imazaquin e com a mistura em tanque de imazaquin + trifluralin pode ser explicada pelo efeito fitotóxico do trifluralin que, segundo Gazzieiro e Neumaier (1985), pode provocar um encurtamento e engrossamento de raízes. Este efeito está associado ao efeito do imazaquin, que promoveu a formação de um maior número de raízes curtas e grossas, com um conseqüente volume superior àquele obtido para o tratamento com trifluralin usado isoladamente. Este fato indica que houve a associação dos sintomas conforme observado também para a avaliação visual de fitotoxicidade.

Os resultados obtidos para o volume de raiz sugerem uma rápida degradação do imazaquin até a segunda época aos 42 DAA, resultados estes que corroboram com aqueles por obtidos por Renner et al. (1988), que verificaram, aos 30 DAA, volume de raiz semelhante para todos os tratamentos.

O desdobramento da interação tratamento x época para volume de raiz, com as equações de regressão é apresentada na Figura 6, onde o volume de raiz para a testemunha apresentou valor médio de 3,08ml ao longo de todas as épocas. Para os tratamentos com imazaquin e a mistura de herbicidas, verificou-se uma curva, seguindo o modelo quadrático, com valores iniciais superiores aos da testemunha e igualando-se a mesma já aos 42 DAA.

Já o tratamento com trifluralin apresentou uma equação linear que, apesar de ser semelhante estatisticamente à testemunha a partir de 42 DAA, permaneceu inferior a mesma até a última época aos 126 DAA. Para este produto os dados são similares aos encontrados por Silva e Filho (1993), que observaram interferência no volume de raiz até 150 DAA, quando comparado com a testemunha.

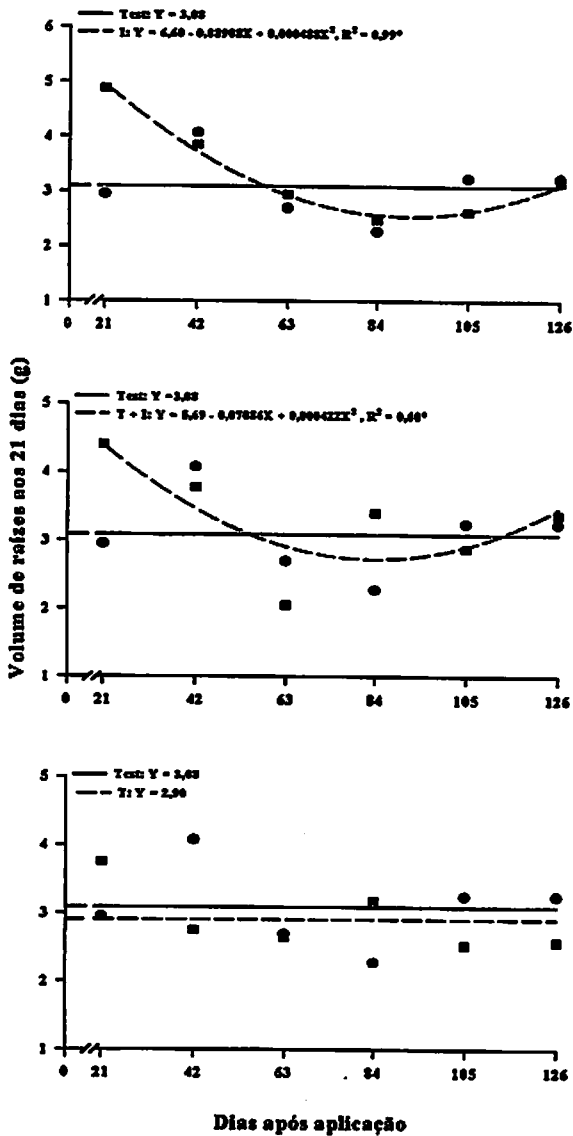


FIGURA 5. Equações de regressão para o volume de raízes aos 21 dias após a semeadura do milho (DAS) em função das épocas (DAA) para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin (T) em relação à testemunha (test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.

#### **4.1.3 Peso da matéria seca da parte aérea, altura de plantas e peso da matéria seca de raiz**

Apesar de apresentar pequenas diferenças, especialmente na primeira época aos 21 DAA, entre os tratamentos, os valores não diferiram estatisticamente para estas características (Anexos). Para o peso da matéria seca da parte aérea os dados são semelhantes àqueles obtidos por Gazzieiro et al. (1997), que encontraram pequenas diferenças para esta característica até os 30 dias após a aplicação do imazaquin; a partir desta época não houve mais diferenças, demonstrando com isso grande similaridade entre os dados.

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

Os resultados das análises de variância para os parâmetros altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo e produção de grãos, todos analisados por ocasião da colheita do milho, são apresentados na Tabela 8. Verificou-se interação significativa, através do teste F, entre tratamentos e épocas, tanto para produção de grãos e diâmetro do colmo ( $P < 0,05$ ), quanto para altura de planta e altura de inserção da primeira espiga ( $P < 0,01$ ).

Para os parâmetros acamamento e quebramento não foi realizada análise estatística por ter sido extremamente baixo o número de plantas acamadas ou quebradas, o que, provavelmente, se deve ao pequeno porte observado em todas as plantas da área experimental e à associação desta característica ao fato de que a cultivar, segundo EMBRAPA (1996), apresenta alta resistência ao quebramento e ao acamamento. Para todas as características analisadas, a época foi significativa devido aos efeitos edafoclimáticos, conforme foi relatado anteriormente.



**TABELA 8.** Resumo da análise de variância, na colheita do milho, dos dados de produção de grãos (P) em kg/ha, altura de planta (AP), altura de inserção (AI) e diâmetro do colmo (DC) em cm. UFLA, Lavras -MG, 1998.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		P	AP	AI	DC
Blocos	3	5231661,62 *	337,00	67,8	0,088
Tratamentos (T)	3	2457161,81	37,20	105,2	0,010
Resíduo (A)	9	1336932,29	250,50	138,1	0,030
Época (E)	5	16194817,69**	4534,90**	5579,4**	0,293**
Resíduo (B)	15	1093083,04	142,50	100,9	0,037
T x E	15	955046,96 *	244,30**	185,1**	0,072*
Resíduo (C)	45	433648,14	67,60	49,8	0,027
Média geral		4105	176,6	92,3	1,8
C.V. (A)		28,16	8,9	12,7	9,6
C.V. (B)		25,46	6,7	10,8	10,8
C.V. (C)		16,04	4,6	7,6	9,1

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

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

#### 4.2.1 Altura das plantas

Os valores médios da altura das plantas na colheita do milho dentro de cada época podem ser observados na Tabela 9.

**TABELA 9.** Valores médios de altura das plantas (m) na colheita do milho, por época de semeadura, em dias após aplicação (DAA). UFLA, Lavras- MG, 1998.

Tratamentos	Épocas (DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	1,67a	1,72a	1,89	1,90	1,67	1,72
Imazaquin	1,53b	1,65a	1,92	1,92	1,79	1,74
Trif + Imaz	1,38c	1,52b	1,94	2,00	1,78	1,83
Trifluralin	1,55b	1,70a	1,81	2,02	1,72	1,77

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

Deve-se salientar que apesar da testemunha ter superado todos tratamentos aos 21 e 42 DAA, os valores observados ficaram abaixo daqueles normalmente registrados para a cultivar que giram em torno de 220cm, conforme descrito na Tabela 3.

Aos 21 DAA, os tratamentos reduziram a altura das plantas de milho em relação à testemunha, sendo a maior redução provocada pela mistura de herbicidas. Na segunda época, aos 42 DAA, somente a associação dos herbicidas reduziu a altura, sendo que a partir de 63 DAA nenhum tratamento afetou esse parâmetro em relação à testemunha.

Estes resultados complementam os de Almeida e Leite (1997) e Silva, Archângelo e Duarte (1997) que, ao semear a cultura do milho aos 130 dias após a aplicação do imazaquin, não verificaram efeito residual do produto sobre a altura de plantas por ocasião da colheita.

Na avaliação do efeito dos tratamentos entre as épocas (Figura 7), notou-se um aumento na altura de plantas para a testemunha desde a primeira época,

semeada em 15/11/96, até a quarta época, em 17/01/97. Este fato deve-se, provavelmente, às condições climáticas como aumento do período de luz, temperatura e disponibilidade de água, diminuindo o período vegetativo com encurtamento do ciclo e diminuição da altura de plantas.

Para os tratamentos, o efeito dos produtos foi maior quando a semeadura ocorreu logo após a aplicação, sendo que, à medida que os produtos se degradaram, a altura das plantas aumentou até aproximadamente os 84 DAA, havendo a partir desta época um decréscimo que pode ser atribuído à influência das condições climáticas, sugerindo tendência semelhante de redução da altura verificada para a testemunha, indicando não haver mais efeito residual do produto.

#### 4.2.2 Altura de inserção da primeira espiga

Para os valores médios de altura de inserção (Tabela 10), constatou-se, aos 21 DAA, redução da altura de inserção provocada pelo trifluralin e sua mistura de tanque. Já aos 42 DAA, houve efeito somente da mistura e, a partir de 63 DAA, não se verificou mais diferença entre os tratamentos e a testemunha.

TABELA 10. Valores médios da altura de inserção da primeira espiga (m) nas plantas de milho, na colheita, por época (dias após aplicação). UFLA, Lavras, MG, 1998.

Tratamentos	Épocas					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	0,79a	0,84a	0,90	1,21	0,91	0,91
Imazaquin	0,74a	0,81a	0,98	1,21	0,99	0,96
Trif + Imaz	0,54b	0,68b	0,99	1,20	0,99	1,03
Trifluralin	0,60b	0,79a	0,87	1,23	0,94	0,97

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

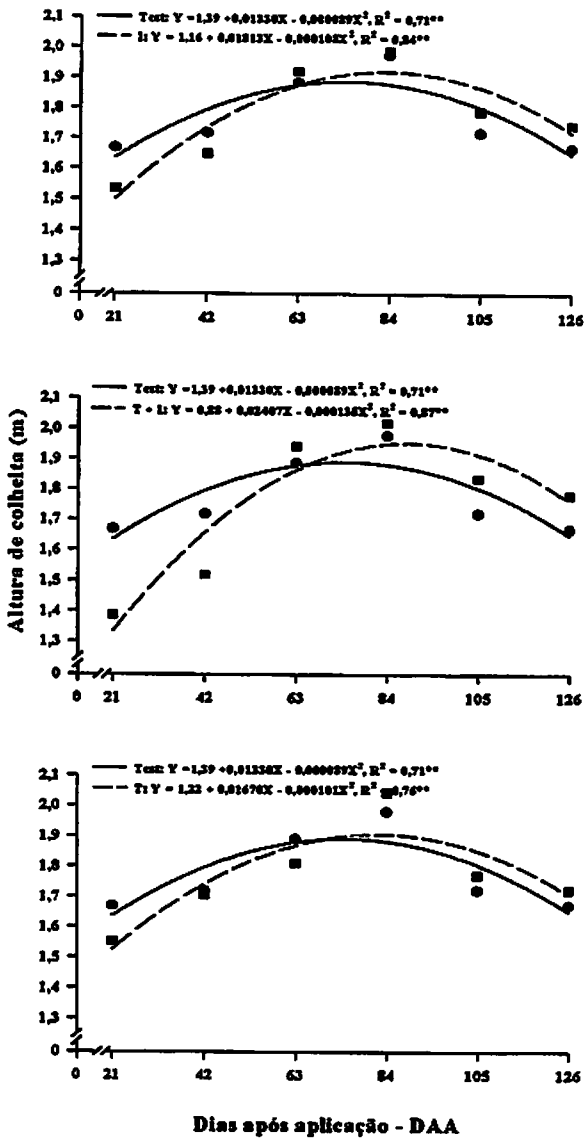


FIGURA 6 Equações de regressão para a altura do milho (m) na colheita em função das épocas (DAA), para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin em relação a testemunha (Test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.

Para a comparação do efeito das épocas entre a testemunha e os produtos sobre a altura de inserção foram utilizadas curvas de regressão (Figura 7). Nota-se que, tanto para a testemunha quanto para o imazaquin, o modelo de equação que melhor se ajustou à evolução da altura de inserção ao longo das épocas foi o não linear (Lorenziana) e o modelo quadrático para os demais tratamentos.

Para todos os tratamentos a altura de inserção aumentou à medida em que se distanciou das épocas de aplicação, até os 84 DAA, iniciando, a partir desta época, segmento descendente das curvas, de forma semelhante ao observado para a testemunha, o que também ocorreu para a altura de plantas e pode ser explicado pelo efeito das condições climáticas, conforme já discutido anteriormente. Os resultados encontrados para este parâmetro corroboram com aqueles obtidos por Silva, Karam e Duarte (1997) e Almeida e Leite (1997), que aos 130 DAA não encontraram diferenças em relação a testemunha para a mesma dose de imazaquin.

Para este parâmetro observou-se uma tendência semelhante aos dados do parâmetro anterior o que pode ser atribuído a alta correlação existente entre a altura de planta e a altura de inserção da primeira espiga.

#### **4.2.3 Diâmetro do colmo**

O efeito dos tratamentos em cada época, para o parâmetro diâmetro do colmo na colheita pode ser observado na Tabela 11, em que somente para o tratamento com associação de herbicidas houve redução do diâmetro do colmo, tanto aos 21 quanto aos 42 DAA.

O diâmetro do colmo (Figura 8) apresentou, para a testemunha, comportamento inverso aos parâmetros altura de planta e inserção da primeira espiga, com um segmento decrescente da curva até os 84 DAA e, a partir desta época, passando a ser crescente até os 126 DAA. Para os tratamentos imazaquin e trifluralin aplicados isoladamente, a evolução do diâmetro do colmo foi

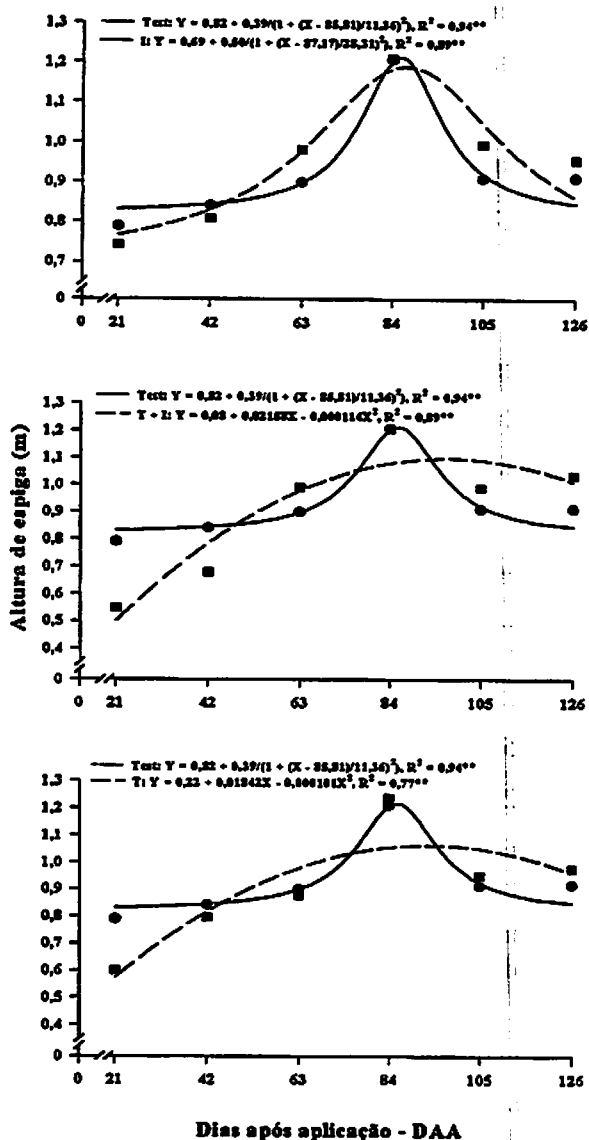


FIGURA 7. Equações de regressão para a altura de inserção da primeira espiga do milho (m) na colheita em função das épocas (DAA) para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin em relação a testemunha (Test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.\*

semelhante à testemunha, porém, o efeito da mistura dos herbicidas foi representado por uma reta ascendente (equação linear) à medida que se afastou da época de aplicação, o que permite inferir que como o efeito da mistura foi acentuado, quanto maior o período entre a aplicação e a semeadura o diâmetro aumentou na mesma proporção.

**TABELA 11. Valores médios de diâmetro do colmo (cm) das plantas de milho na colheita, por época de semeadura em dias após aplicação dos herbicidas (DAA). UFLA, Lavras-MG, 1998.**

Tratamentos	Épocas					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	2,12a	1,99a	1,56	1,62	1,83	1,85
Imazaquin	1,95a	1,91a	1,56	1,66	1,75	1,88
Trif + Imaz	1,62b	1,69b	1,70	1,82	1,96	2,02
Trifluralin	1,96a	1,92a	1,56	1,69	1,73	1,84

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

Nos trabalhos consultados não foi encontrado nenhum estudo sobre o diâmetro do colmo, talvez pela pequena variação ocorrida em função da aplicação de herbicidas.

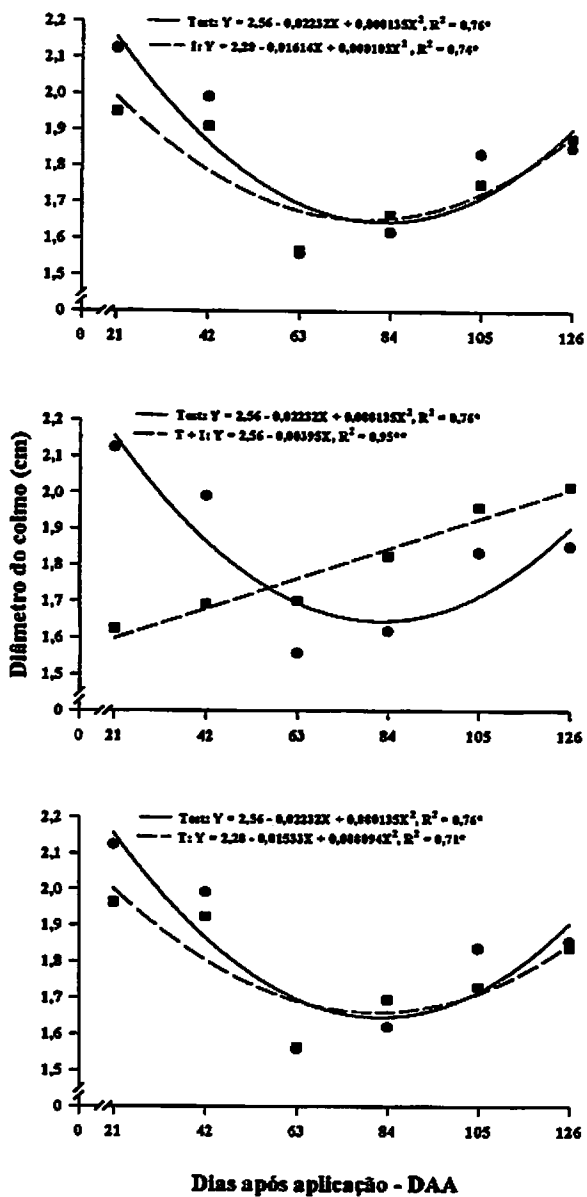


FIGURA 8. Equações de regressão para diâmetro do colmo (cm) na colheita em função das épocas (DAA) para os tratamentos imazaquin (I), trifluralin + imazaquin (T+I) e trifluralin em relação a testemunha (Test). UFLA, Lavras-MG, 1996/97.



#### 4.2.4 Produção de grãos

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios de produção de grãos em kg/ha para cada época, para os diferentes tratamentos, assim como a percentagem em relação a testemunha.

Na avaliação em cada época, todos os tratamentos reduziram a produção de grãos em relação a testemunha aos 21 DAA, na ordem de 43% para a mistura, 21% para o imazaquin e 30% para o trifluralin. Aos 42 DAA houve redução significativa somente para a mistura com 32%. A partir de 63 DAA, nenhum tratamento teve influência significativa sobre este parâmetro. Através desses resultados observa-se uma rápida diminuição da influência do imazaquin sobre a produção do milho entre 21 e 42 DAA, o que vem de encontro às afirmações de Renner et al. (1988) e Novo et al. (1997), que verificaram rápida degradação deste produto nos primeiros 30 dias, seguida de uma dissipação mais lenta.

Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Silva, Karan e Archângelo (1996), Almeida e Leite (1997), que evidenciaram que o produto não causou interferência na produção de grãos de milho quando aplicado aos 170 e 130 DAA, respectivamente. Da mesma forma, Novo et al. (1997) não constataram efeito residual no imazaquin na dose 150g/ha para a cultura do milho semeada aos 104 dias após a aplicação.

Os resultados obtidos com imazaquin neste estudo diferem daqueles obtidos por Walsh et al. (1993) que verificaram que o efeito residual do produto causou redução na produção do milho em 7%, quando este foi semeado aos 390 dias após a aplicação do produto.

Para o trifluralin, os dados concordam com os resultados obtidos por Hartzler et al. que, aos 150 DAA, não obteve influência na produção de grãos para o produto.

**TABELA 12.** Valores médios de produção de grãos (kg/ha) de milho nos tratamentos por época de semeadura, em dias após aplicação dos herbicidas (DAA) e percentual em relação a testemunha. UFLA, Lavras-MG, 1998.


Tratamentos	Épocas (DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	5591a	5345a	5645	4762	3255	2577
%	100	100	100	100	100	100
Imazaquin	4431b	4972a	5518	4158	3395	2470
%	79	93	98	87	104	96
Trif + Imaz	3181c	3634b	5392	4524	3453	2470
%	57	68	96	95	106	95
Trifluralin	3941b	4803a	4733	4396	3303	2448
%	70	90	84	92	101	95

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

Esta rápida degradação dos herbicidas pode ser atribuída às condições climáticas durante as primeiras épocas, quando foram observadas altas temperaturas e altos índices pluviométricos (Figura 2), características favoráveis à degradação dos mesmos, pois segundo Jolley (1994) e Pederneira (1997), altas umidades e temperaturas elevadas influenciam na velocidade de degradação dos produtos.

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 6,1 (Tabela 1). Segundo Loux (1992) e Marsh (1996), nesta faixa de pH ocorre a menor persistência do produto no solo.

Outro aspecto que merece ser destacado é o fato de que, apesar dos produtos terem sido aplicados em pré-plantio incorporado (PPI), com o objetivo

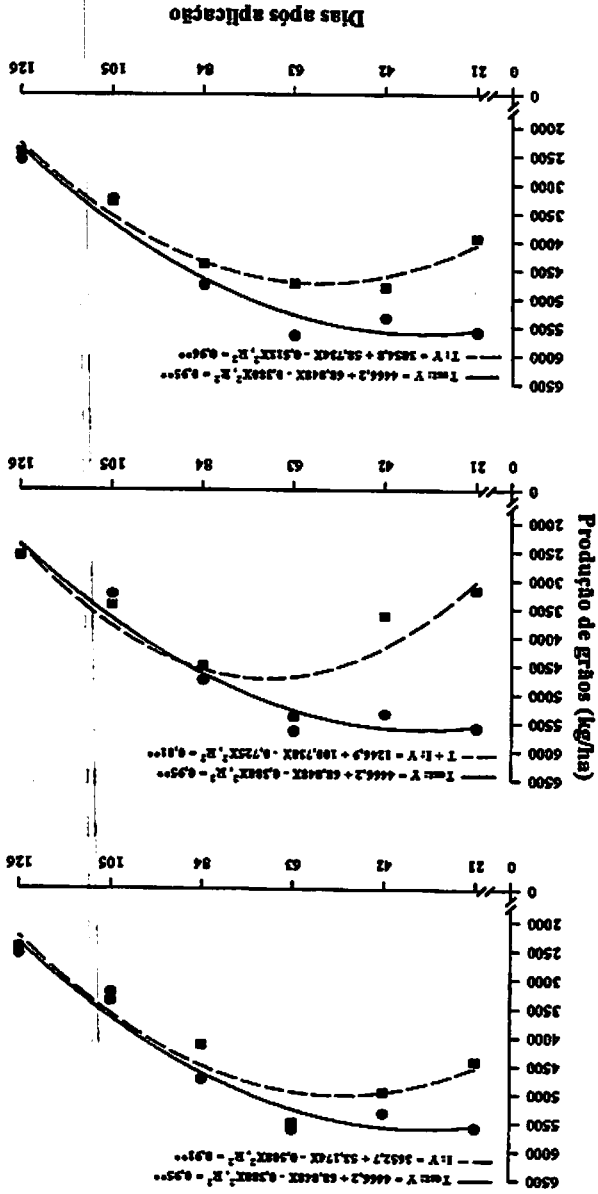


de criar condições menos favoráveis a sua degradação, pois, segundo Renner et al. (1988) e Pires (1994), esta forma de aplicação prolonga o período residual dos herbicidas utilizados, os mesmos apresentaram rápida degradação.

O efeito das épocas de semeadura em cada tratamento em relação a testemunha foi representado pelas respectivas curvas de regressão (Figura 9). Observam-se curvas seguindo o modelo quadrático para todos os tratamentos, sendo que, para a testemunha, a maior produção de grãos ocorreu na primeira na época de semeadura, com os valores decrescendo a partir daí, o que pode ser atribuído a fatores climáticos como umidade, temperatura e período de insolação.

Para o efeito dos produtos em função das épocas de aplicação percebe-se um segmento inicial ascendente até aproximadamente aos 63 DAA, com a produção aumentando à medida em que aumenta o período entre a aplicação e a semeadura do milho. A partir deste ponto as curvas decrescem com comportamento semelhante à testemunha. Este comportamento de decréscimo da produção a partir dos 63 DAA, semelhante à testemunha, provavelmente deve-se ao efeito das condições climáticas, uma vez que esta época correspondeu à semeadura em 27 de dezembro, época esta posterior à considerada ideal para semeadura do milho na região (EMBRAPA, 1993).

FIGURA 9. Equações de regressão para a produção de grãos em função das épocas (DAA) para os tratamentos imazaquim (I), trifluralin + imazaquim (T+I) e trifluralin (T) em relação a testemunha (Test).



## **5 CONCLUSÕES**

Diante das condições em que foi realizado o estudo, pôde-se concluir que:

- a aplicação dos herbicidas imazaquin e trifluralin e sua mistura não afetaram as características agronômicas do milho a partir de 63 dias após a aplicação (DAA);
- os produtos aplicados não mostraram efeito residual sobre altura de planta e peso de raiz; nos tratamentos herbicidas aos 21 DAA, houve redução do peso seco da parte aérea e incremento do volume de raiz apenas para imazaquin e mistura;
- o efeito residual dos herbicidas variou com o produto aplicado; por ocasião da colheita os herbicidas imazaquin e trifluralin, isoladamente, após 42 DAA, não afetaram a produtividade do milho e altura de planta;
- houve fitotoxicidade visual no milho devido ao efeito residual dos produtos para o imazaquin até os 42 DAA e para os demais até os 63 DAA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F. Efeito residual das imidazolinonas, aplicadas na cultura da soja, sobre o milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambu, 1997. Resumos... Viçosa: SBCPD, 1997. p.197
- ANDEF - Associação Nacional dos Defensivos Agrícolas. III Curso sobre toxicologia de defensivos agrícolas. São Paulo, 1984. 150p.
- AN, Q.; CHEN, Z.Y. Persistence and bound residues of trifluralin in soil. *Acta-Pedologica-Sinica*, Beijing, v.30, p.304-311, 1993.
- APPLEBY, A.P. Factors in examining fate of herbicide in soil with bioassay. *Weed Science*, Champaign, v.33, Suplemento 2, p.2-6, 1985.
- BARNES, C.J.; GOETZ, A.J.; LAVY, T.L. Effects of Imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, Champaign, v.37, n.6, p.820-824, Nov. 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, n.18, p.1073-1084, 1983.
- CANTWELL, J.R.; LIEBL,.; SLIFE, F.W. Biodegradation characteristics of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, Champaign, v.37, n.6, p.815-819, Nov.1989.
- CASTRO NETO, SEDITAMA, G.C.; VILELA, E.A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.4, n.1, p.46-55, jan.- jun. 1980.
- 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)
- CONGLETON, W.F.; VANCANTFORT, A.M.; LIGNOWSKI, E.M. Imazaquin (Scepter)®: A new soybean herbicide. *Weed Technology*, Champaign, v.1, p.186-188, Jan. 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.; KNAKE, E.L.; LIEBL R.A.** Com (*Zea mays*) injury following use of Clomazone, Chlorimuron, Imazaquin and Imazethapyr. *Weed Techology*, Champaign, v. 5, n.3, p.539-44, Jul./Sept. 1991.
- CURRAN, W.S.; LIEBL, R. A.; SIMMONS, F. W.** Effects of tillage and application method on clomazone, imazaquin, and imazethapyr persistence. *Weed Science*, Champaign, v.40, n.3, p.482-489, Jul./Sept. 1992.
- DEUBER, R.** Ciência das plantas daninhas: fundamentos. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.
- DEUBER, R.** Ciência das plantas infestantes. Campinas. 1997. v.2, 285p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.** Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil - 1995/96.* Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1995. 149p. (Documentos, 88).
- 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 BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.** *Recomendações técnicas para o cultivo do milho.* Brasília: EMBRAPA, 1993. 204p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.** Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Serviço de Produção de Sementes Básicas. *BR 3123.* Sete Lagoas, 1996. 4p.
- EVBUOMWAN, F.O.; AKINYEMIJU, O.A.; AKOBUNDU, I.O.** Persistence and mobility of imazaquin in a humid tropical soil. *Plant Protection Quarterly*, Frankston, v.8, n.4, p.118-122, 1993.
- FINK, R.J.** Effects of tillage method and incorporation on Trifluralin carryover injury. *Agronomy Journal*, Madison v.64, n.1, p.75-77, Jan. 1972.

- 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.
- GAZZIEIRO, 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: SBCPD, v.15, n.2, p.162-169, 1997.
- GAZZIEIRO, D.L.P.; VOLL, E.; ALTERA, M.; CASTRO, C. Efeito do herbicida Imazaquin nas culturas de milho e girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO A CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, Florianópolis, 1995. Resumos...Florianópolis: EPAGRI, 1995. p.317.
- 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.
- HARTZLER, R.G.; FAWCETT, R.S.; TABER, H.G. Effects of Trifluralin on corn (*Zea mays*) growth and nutrient content. *Weed Science*, Champaign, v.38, p.468-70, Nov.1990.
- HERTWIG, K.V. Manual de herbicidas, 2ed. São Paulo: Ed. Ceres, 1983. 669p.
- JOHNSON, D.H.; TALBERT, R.E. Imazethapyr and imazaquin control puncturevine (*Tribulus terrestris*) but carry over to spinach (*Spinacia aleracea*). *Weed Technology*, Champaign, v.7, n,1, p.79-83, jan./mar. 1993.
- JOLLEY, A.V.; JOHNSTONE, P.K. Degradation of trifluralin in three Victorian soils under field and laboratory conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vreforia, v.34, p.57-65, 1994.
- KIRKSEY, K.B.; KRUEGER, W.A.; RHODES Jr, G.N.; ASHBURN, E.L. Effects of soil pH on imidazolinone and sulfunylurea persistence. *Tennessee-Farm-and Home-Science*, Knoxville, n.163, p.4-8, 1992.
- KISSMANN, K.G. Produtos fitossanitários: misturas de tanque. In: I SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. Dourados, 1997. Resumos... Dourados: CPAO/Documentos- 13. 1997. p.147-157.



- KISSMANN, K.G. Herbicidas – Tendências para o futuro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS. Castro, 1993. Anais... Castro: Fundação ABC, 1993. p. 186-207.
- LAVORENTI, A. Comportamento dos herbicidas no meio ambiente. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO, Campinas, 1996. Anais... Jaguariuna: Embrapa-CNPMA, 1996. p.81-115.
- LEITÃO FILHO, H.F.; ARANHA, C.; BACCHI, O. Plantas invasoras de culturas. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. v.1, 291p.
- LOUX, M.L.; LIEBL, R.A.; SLIFE, F.W. Adsorption of Imazaquin and Imazethapyr on soils, sediments, and selected adsorbents. *Weed Science*, Champaign, v.37, n.5, p.712-718, Sept. 1989.
- LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. *Weed Science*, Champaign, v.40, p.490-496, Jul./Sept. 1992.
- MARSH, B.H.; LLOYD, R.W. *Weed Technology*, Champaign, v.10, n.2. p.337-340. Apr./June. 1996.
- MONKS, C.D.; BANKS, P.A. Effect of straw, ash, and tillage on dissipation of imazaquin and imazethapyr. *Weed Science*, Champaign, v.41, n.1, p.133-137, Jan./Mar.1993.
- MONTEIRO, R.T.R. Biodegradação de herbicidas. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO, Campinas, 1996. Anais... Jaguariuna: 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: SBCPD, v.15, n.1, p.30-38. 1997.
- OLIVEIRA, M.F.de. Adsorção, lixiviação e persistência de Flumiosazin e Metribuzin em diferentes solos. Viçosa: UFV, 1995. 71p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- PETER, S.J.; WEBER, J.B. Adsorption and efficacy of trifluralin and butralin as influenced by soil properties. *Weed Science*, Champaign, v.33, n.7, p.861-867, Nov.1985.

- PIRES, N.M. Bioatividade dos herbicidas Trifluralin e Imazaquin no solo. Viçosa: UFV, 1994. 70p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia).
- REGITANO, J.B.; TURCO, R.F. Efeito do tempo de residência na cinética de dessorção do herbicida Imazaquin. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, Florianópolis, 1995. Resumos... Florianópolis: SBCPD, 1995. p.339-341.
- RENNER, K.A.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Effect of soil pH Imazaquin and Imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). *Weed Science*, Champaign, v.36, n.1, p.78-83, Jan. 1988.
- RENNER, K.L.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Influence of rate, method of application, and tillage on Imazaquin persistence in soil. *Weed Science*, Champaign, v.36, n.1, p.90-95, Jan. 1988.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. 3ed. Londrina: 1996. 675p.
- SCHROEDER, J. Chlorimuron and imazaquin persistence in selected southern soils under controlled conditions. *Weed Science*, Champaign, v.42, n.4, p.635-640, Oct./Dec.1994.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.
- SILVA, A.A.; FILHO, J.E.C. Efeito residual de Imazaquin e de Trifluralin em latossolo roxo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. Resumos... Londrina: IAPAR, 1993. p.296-97.
- SILVA, J.B. ARCHÂNGELO. E.R.; DUARTE, N.F. et al. Controle pré-emergente de plantas daninhas na cultura da soja com mistura de Imazaquin+Flumiosazin e seu efeito residual sobre o milho em sucessão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambu, 1997. Resumos... Viçosa: SBCPD, 1997. p.135.
- SILVA, J.B.; KARAM, D.; ARCHÂNGELO. E.R. Avaliação do efeito residual de herbicidas de pré-emergência da cultura da soja sobre o milho safrinha.

In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, Londrina, 1996. Resumos... Londrina: IAPAR, 1996, p.249.

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, 20, Florianópolis, 1995. Resumos... Florianópolis: EPAGRI, 1995, p.344-346.

SIQUEIRA, S.C. de. Efeito de Imazaquin em mistura com outros herbicidas na cultura da soja-(*Glycine max* (L.) Merril.). Viçosa: UFV, 1990. 60p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia)

SMITH, A.E.; AUBIN, A.J.; DERSEN, D.A. Loss of trifluralin from clay and loam soils containing aged and freshly applied residues. Buletin of Environmental contamination and Toxicology, New York, v.41, p.569-573, 1988.

STORINO, M. Movimento do herbicida Premerlin 600 CE marcado com Carbono 14 trifluralina em diferentes solos. Piracicaba, ESALQ, 1993. 81p. (Dissertação-Mestrado em Ciências).

STORK, P.; HANNAH, M.C.; A bioassay method for formulation testing and residue studies of sulfonylurea and sulfonanylide herbicides. Weed Research, Avenel, v.36, n.3, p.271-281, Jun. 1996.

TRINDADE, F.A.; SOUZA, C.N. Avaliação da Fitotoxicidade dos herbicidas Alachlor, Trifluralin e Metolachlor na cultura do milho. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA 8, Lavras, 1995. Anais... Lavras: UFLA, 1995. p.141.

VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Análises das temperaturas e precipitações pluviométricas da Lavras, Minas gerais. Ciência e Prática, Lavras, v.3, n.1, p. 71-79, jan.- jun. 1979.

WALSH, J.D.; DEFELICE, M.S.; SIMS, B.D. Soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grain and fiber crops. Weed Technology, Champaign, v.7, n.3, p.625-632, jul./sep. 1993.

The first part of the document is a list of names and titles, including:
   
 - Mr. J. Edgar Hoover, Director, Federal Bureau of Investigation
   
 - Mr. W. A. Rorer, Chief of Staff, Federal Bureau of Investigation
   
 - Mr. Clegg, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Glavin, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Ladd, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Nichols, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Rosen, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tracy, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Harbo, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Mohr, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Winterrowd, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Holloman, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Gurnea, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Casper, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Callahan, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Connelley, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. DeLoach, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Evans, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Gale, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Rosen, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Sullivan, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tavel, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Trotter, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tele. Room, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Holmes, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Miss Gandy, Chief of Bureau of Investigation

**ANEXOS**

The second part of the document is a list of names and titles, including:
   
 - Mr. J. Edgar Hoover, Director, Federal Bureau of Investigation
   
 - Mr. W. A. Rorer, Chief of Staff, Federal Bureau of Investigation
   
 - Mr. Clegg, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Glavin, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Ladd, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Nichols, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Rosen, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tracy, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Harbo, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Mohr, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Winterrowd, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Holloman, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Gurnea, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Casper, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Callahan, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Connelley, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. DeLoach, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Evans, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Gale, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Rosen, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Sullivan, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tavel, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Trotter, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Tele. Room, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Mr. Holmes, Chief of Bureau of Investigation
   
 - Miss Gandy, Chief of Bureau of Investigation

## LISTA DE ANEXOS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1A	Resumo da análise de variância dos dados de peso seco da parte aérea (PA), altura das plantas (AP), peso seco de raiz (PR) aos 21 dias após a semeadura (DAS). UFLA, Lavras - MG, 1998.....	55
2A	Valores médios de peso seco da parte aérea (g) por planta nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.....	56
3A	Valores médios de altura de planta (cm) nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.....	56
4A	Valores médios de peso (g) seco de raiz por planta, nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.....	57

**TABELA 1A. Resumo da análise de variância dos dados de peso seco da parte aérea (PA), altura das plantas (AP), peso seco de raiz (PR) aos 21 dias após a semeadura (DAS). UFLA, Lavras - MG, 1998.**

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios		
		PA	AP	PR
Blocos	3	0,3603	13,13	0,0037
Tratamentos (T)	3	0,0620	8,73	0,0099
Resíduo (A)	9	0,1142	5,50	0,0043
Época (E)	5	2,5026**	290,13**	0,0755**
Resíduo (B)	15	0,3476	13,79	0,0097
T x E	15	0,1254	4,27	0,0056
Resíduo (C)	45	0,1226	4,77	0,0046
Média geral		0,99	13,96	0,31
C.V. (A)		34,06	16,80	21,09
C.V. (B)		49,41	26,59	31,58
C.V. (C)		35,28	15,64	21,74

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

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

**TABELA 2A.** Valores médios de peso seco da parte aérea (g) por planta nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Tratamentos	Épocas (dias após aplicação - DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	0,61a	1,36	1,00	0,81	0,75	1,58
Imazaquin	0,42b	0,98	1,13	0,98	0,71	1,67
Trifi + imaz	0,30b	0,92	0,72	1,37	0,72	1,49
Trifluralin	0,40b	0,96	1,06	1,30	0,77	1,71

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

**TABELA 3A.** Valores médios de altura (cm) de planta nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Tratamentos	Épocas (dias após aplicação - DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	9,0	13,4	19,1	13,9	14,6	18,2
Imazaquin	6,6	10,6	17,9	14,0	13,0	19,2
Trifi + imaz	5,8	11,3	16,7	14,3	14,4	18,7
Trifluralin	6,5	10,4	17,2	15,5	14,6	18,7

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

**TABELA 4A. Valores médios de peso (g) seco de raiz por planta, nas épocas (DAA) avaliado aos 21 dias, após a semeadura (DAS) do milho. UFLA, Lavras - MG, 1998.**

Tratamentos	Épocas (dias após aplicação - DAA)					
	21	42	63	84	105	126
Testemunha	0,18	0,25	0,27	0,27	0,29	0,43
Imazaquin	0,25	0,21	0,33	0,31	0,29	0,45
Trifl + imaz	0,26	0,26	0,22	0,37	0,29	0,45
Trifluralin	0,24	0,24	0,30	0,36	0,28	0,40

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.