

LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

ÉPOCA DE GRADAGEM EM RELAÇÃO A SEMEADURA E SISTEMAS DE CONTROLE  
DE PLANTAS DANINHAS NO DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO  
(*Zea mays* L.)

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Doutor".

**Orientador:**  
Dr. José Carlos Cruz

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

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

Souza, Luiz Carlos Ferreira de.

Época de gradagem em relação à sementeira e sistemas de controle de plantas daninhas no desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.) / Luiz Carlos Ferreira de Souza. Lavras : ESAL, 1994.

129 p. : il.

Orientador: José Carlos Cruz.

Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Época da gradagem niveladora. 2. Milho - Plantas daninhas - Controle. 3. Plantas daninhas - Controle. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

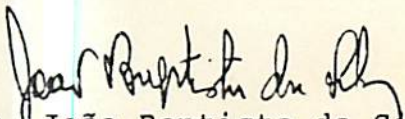
CDD-632.58  
-633.158  
-633.15958

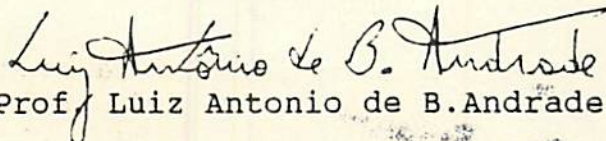
LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

ÉPOCA DE GRADAGEM EM RELAÇÃO À SEMEADURA E SISTEMAS DE  
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO DESEMPENHO DA  
CULTURA DO MILHO (*Zea Mays* L.)

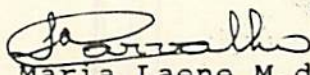
Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Doutor".

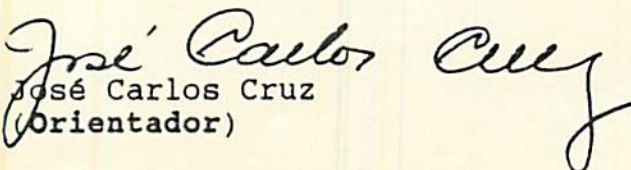
APROVADA:

  
Dr. João Baptista da Silva

  
Prof. Luiz Antonio de B. Andrade

  
Prof. Nilson Salvador

  
Prof. Maria Laene M. de Carvalho

  
Dr. José Carlos Cruz  
(Orientador)

A minha esposa MARTA,  
Aos meus filhos CAROLINE e TIAGO,  
A memória de minha mãe BENEDITA DE SOUZA,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela iluminação do meu caminho.

A meus pais, por ter me dado a vida e ensinado a viver.

A meus familiares, em especial à minha esposa Marta Maria Rodrigues Ferreira e aos meus filhos Caroline Rodrigues Ferreira e Tiago Rodrigues Ferreira, pela paciência, pelo estímulo e pela dedicação.

Ao Dr. José Carlos Cruz, pela orientação, pela amizade e pelos ensinamentos.

Aos professores Nilson Salvador, Luiz Antônio de Bastos Andrade, Maria Laene Moreira de Carvalho e ao Dr. João Baptista da Silva pelas críticas e sugestões apresentadas.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, pela liberação, em especial aos professores do Departamento de Agronomia José Luis Fornasieri, Antônio Dias Robaina e Manoel Carlos que assumiram minhas funções no decorrer do curso.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, especialmente ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do seu Programa Institucional de Capacitação de Docentes, (PICD), pela bolsa de estudo.

Aos professores Magno Antônio Patto Ramalho e Nilson Salvador pela amizade, sugestões e apoio na condução dos experimentos em Lavras.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, pelas instalações e equipamentos, que permitiram a condução dos experimentos em Sete Lagoas.

Aos Técnicos Agrícolas do CNPMS/EMBRAPA, Júlio de Paula Martins e José Rubens de Oliveira, e suas respectivas equipes de campo, pela amizade e apoio durante a realização dos experimentos.

A colega Denise G. Santana, pela análise estatística e sugestões.

À todos os professores e funcionários do Departamento de Agricultura da ESAL, em especial ao Carlão, Nazareno, Darlan, Neuzi e Sílvia, pela agradável convivência e amizade.

À todos os colegas do curso de fitotecnia, com certeza levarei saudades do nosso convívio e amizade.

Aos funcionários da biblioteca da ESAL, pelos serviços de consulta bibliográfica e pela amizade, em especial a D. Neli.

À todos quantos tenham contribuído, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	xi
SUMMARY .....	xiii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Condições edafoclimáticas para o desenvolvimento da cultura do milho .....	3
2.2 Preparo periódico do solo para cultura do milho .....	7
2.3 Plantas daninhas .....	12
2.4 Efeito do solo na emergência e plantas daninhas .....	16
2.5 Interferência das plantas daninhas com a cultura do milho .....	20
2.6 Métodos de controle de plantas daninhas com a cultura do milho .....	29
2.6.1 Controle mecânico das plantas daninhas .....	31
2.6.2 Controle químico das plantas daninhas características e modo de ação dos herbicidas testados ...	33
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3.1 Caracterização das áreas experimentais .....	43
3.2 Delineamento experimental .....	44
3.3 Preparo do solo .....	47
3.4 Semeadura, adubação e cultivar .....	48
3.5 Desbaste e adubação de cobertura .....	49
3.6 Aplicação dos herbicidas .....	50
3.7 Avaliações realizadas .....	51
3.7.1 População de plantas daninhas .....	51
3.7.2 Peso de matéria seca das plantas daninhas .....	51
3.7.3 Cobertura do solo pelas plantas daninhas .....	52
3.7.4 Altura de planta .....	52
3.7.5 Diâmetro do colmo .....	52
3.7.6 Peso de matéria seca das plantas de milho .....	53
3.7.7 Teor de nutrientes nas folhas de milho .....	53
3.7.8 Rendimento de grãos e índice de espiga .....	54
3.7.9 Peso de 1000 grãos .....	54
3.8 Análise dos dados .....	54

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
4.1 Infestação de plantas daninhas aos 45 dias da emergência e no florescimento do milho .....	60
4.2 Peso de matéria seca das plantas daninhas .....	70
4.3 Altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca das plantas de milho .....	78
4.4 Análise foliar .....	88
4.5 Índice de espiga .....	91
4.6 Peso de 1000 grãos .....	94
4.7 Produtividade de grãos .....	96
4.8 Considerações finais .....	103
5 CONCLUSÕES .....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química e física de amostra do solo e das áreas experimentais. Lavras, nos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93, e Sete Lagoas, 1991/92, Minas Gerais. 1992/93 .....	45
2	Cronograma de execução do preparo do solo e datas de semeadura dos experimentos conduzidos em diferentes locais, em dois anos agrícolas .....	48
3	Cronograma de execução de aplicação de herbicidas em diferentes locais e anos agrícolas .....	50
4	Resumo da análise de variância conjunta do número de plantas daninhas ( $n^{\circ}/m^2$ ), determinado aos 45 dias da emergência e no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	63
5	Número médio de plantas daninhas avaliadas aos 45 dias da emergência do milho, sob diferentes sistemas de cultivos. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	65
6	Número de plantas daninhas/ $m^2$ , avaliadas no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	67

## Tabela

## Página

7	Resumo da análise de variância conjunta do peso da matéria seca de plantas daninhas ( $\text{g/m}^2$ ) determinado no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 .....	71
8	Peso médio de matéria seca de plantas daninhas determinado no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	72
9	Cobertura do solo por planta daninhas (%), observado no florescimento do milho, nos diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	75
10	Cobertura do solo por plantas daninhas (%), observado no florescimento do milho, nos diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Sete Lagoas-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	75
11	Resumo da análise de variância conjunta de altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm) e peso de matéria seca das plantas de milho ( $\text{g/planta}$ ), determinado aos 45 dias da emergência, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92 .....	79
12	Altura média de plantas de milho, determinada aos 45 dias da emergência, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92 .....	80
13	Diâmetro médio do colmo de plantas de milho, determinado aos 45 dias da emergência, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92 .....	81

## Tabela

## Página

14	Peso médio de matéria seca das plantas de milho, determinado aos 45 dias da emergência, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92 .....	81
15	Resumo da análise de variância conjunta dos dados de altura de plantas (cm), diâmetro de colmo (mm) e peso da matéria seca de plantas de milho (g/planta), determinado no florescimento, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93 .....	83
16	Altura média de plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93 .....	84
17	Diâmetro médio de colmo de plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93 .....	84
18	Peso médio de matéria seca das plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais, Ano agrícola 1992/93 .....	85
19	Resumo da análise de variância conjunta dos teores foliares de macronutrientes nas folhas de milho (%), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	88
20	Resumo da análise de variância conjunta dos teores foliares de micronutrientes nas folhas de milho (ppm), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	89

## Tabela

## Página

21	Teores médios na folhas de milho de nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), obtidos em diferentes sistemas de cultivos. Lavras-MG. Anos Agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	90
22	Teores médios na folha de milho de zinco (Zn), Ferro (Fe), Boro (Bo), Manganês (Mn) e cobre (Cu), obtidos em diferentes sistemas de cultivos. Lavras-MG, Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.....	90
23	Resumo da análise de variância conjunta do índice de espiga e rendimento de grãos (kg/ha), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.....	92
24	Valores médios do índice de espiga, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	93
25	Resumo da análise de variância conjunta do peso de 1000 grãos (g), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93 .....	94
26	Peso médio de 1000 grãos (g), obtido sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93 .....	95
27	Produtividade média de grãos (kg/ha), obtida sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/92 .....	97
28	Produtividade relativa de grãos (%) em relação ao tratamento testemunha, sem controle de plantas daninhas, comparado com os diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 .....	102

## RESUMO

SOUZA, Luiz Carlos Ferreira de. Época de gradagem em relação à semeadura e sistema de controle plantas daninhas no desempenho da cultura do milho (Zea mays) L. ESAL: Lavras, 1994. 129p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).\*

Com o objetivo de estudar os efeitos do tempo decorrido entre gradagem niveladora e a semeadura, bem como avaliar alternativas de controle de plantas daninhas dentro desses intervalos, nas características morfológicas de crescimento das plantas de milho e rendimento de grãos, foram conduzidos experimentos nos municípios de Lavras e Sete Lagoas, no Estado de Minas Gerais, nos anos agrícolas de 1991/92 e 1992/93. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por três épocas de gradagens (0, 15 e 30) dias antes da semeadura do milho. E nas subparcelas, seis alternativas de controle de plantas daninhas ou seja: testemunha (sem capina), cultivo manual com enxada, cultivo a tração animal, utilizando-se cultivador equipado com enxadas do tipo "picão" e do tipo "asa-de-andorinha", cultivador equipado com enxadas do tipo "picão" e do tipo "bico-de-pato", controle químico com herbicida

---

\* Orientador: José Carlos Cruz; Membros da Banca: João Baptista da Silva, Luiz Antonio de B. Andrade, Nilson Salvador, Maria Laene M. de Carvalho.

de princípio ativo atrazine + metolachlor, e com princípio ativo cyanazine + simazine. Nas parcelas que foram gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho, foi adicionada à mistura atrazine + metolachlor o herbicida paraquat. No ano agrícola 1992/93 foi acrescentado mais um tratamento testemunha, mantido no limpo. Constatou-se que a época de gradagem afetou a altura de planta, diâmetro de colmo, peso de matéria seca, peso de 1000 grãos e produtividade, especialmente em função da ocorrência de plantas daninhas e dos métodos utilizados para seu controle. A gradagem antecipada aumentou a incidência e desenvolvimento inicial das infestantes, aumentando a competição com a cultura, que refletiu no seu desenvolvimento vegetativo e produtividade de grãos. Não havendo possibilidade da gradagem no momento da semeadura, as melhores alternativas de controle das plantas daninhas foram: o uso de cultivo manual através da enxada cerca de 30 dias após a semeadura ou do controle químico, com a mistura formulada atrazine + metolachlor. A eficiência do cultivo à tração animal foi condicionado ao desenvolvimento das plantas daninhas, assim para maior eficiência do seu emprego a gradagem niveladora deve ser realizada o mais próximo possível da semeadura, e o cultivo deve ser iniciado logo após a emergência do mato.

## SUMMARY

TIME OF DISK HARROWING IN RELATION TO THE PLANTING AND SYSTEM OF WEED CONTROL ON THE PERFORMANCE OF MAIZE (Zea mays L.) PRODUCTION.

The objective of this research was to study the effects of the time between disk harrowing and planting maize using different alternatives of weed control after planting. Morphological characteristics of plant growth and grain production were recorded in experiments at Lavras and Sete Lagoas, Minas Gerais during the agriculture seasons of 1991/92 and 1992/93. A split-plot experimental design was used, with whole plots consisting of time between disk harrowing and planting (0, 15, and 30 days), and sub-plots consisting of six weed control methods (no control, manual weeding with a hoe, animal traction cultivation, mechanical cultivation, atrazine plus metolachlor at planting, and cyanazine plus simazine post emergence. Paraquat was added to the mixture of atrazine plus metolachlor for the whole plots with intervals of 15 and 30 days between land preparation and planting. During the agricultural seasons of 1992/1993, a further check treatment was added, kept on a clean plot. It was found that time of disk harrowing affected plant height, stem diameter, weight of the dry matter,

1000 grain weight and grain yield, specially in function of the occurrence of weeds and methods utilized for their control. The anticipated disk harrowing increased the occurrence and early development of weeds, increasing competition with the crop, which reflected on its vegetative development and grain yield. Not being possible any disk harrowing at the moment of sowing. The best alternatives of weed control were: use of hand hoeing about thirty days after sowing or chemical control, with the formulated mixture atrazine plus metolachlor. The efficacy of animal traction cultivation was attached to the weed development, being that for its use, disk harrowing should be performed as close as possible to sowing and weeding should be started soon after weed emergence.

## 1 INTRODUÇÃO

Mais da metade do milho produzido no Brasil é oriundo de lavouras com áreas inferiores a 10 ha. Nessas lavouras o uso de tecnologia é geralmente baixo, sobretudo no que se refere à qualidade e época das operações, fertilizantes, sementes e controle de plantas daninhas.

A mecanização nessas áreas é dificultada pelo tamanho da propriedade e o baixo poder aquisitivo do produtor em adquirir trator e implementos. Como consequência, o preparo periódico do solo e semeadura, muitas vezes, são realizados com máquinas alugadas, as quais não podem permanecer por muito tempo na propriedade.

A mecanização tratorizada das pequenas propriedades é, em grande parte, realizada através da contratação de serviços de terceiros, de cooperativas, associações ou mesmo de Prefeituras Municipais, logo após o início das primeiras chuvas, normalmente em setembro. Desta forma, o terreno, uma vez preparado, fica à espera de condições ideais de umidade no solo para a realização da semeadura do milho, a qual geralmente ocorre a partir da segunda quinzena de outubro, quando a ocorrência de chuvas torna-se mais regular.

Face à dependência de máquinas, dificilmente é possível realizar uma gradagem momentos antes da semeadura, como é recomendado, e assim a cultura do milho pode sofrer algumas consequências. A principal delas é a ocorrência de plantas daninhas que, mesmo ainda não emergidas, já iniciaram a germinação abaixo da superfície do solo e pode competir intensamente com a cultura, com reflexos diretos no desenvolvimento das plantas do milho e, conseqüentemente, na produtividade de grãos. O preparo antecipado do solo pode também contribuir para diminuição da aeração, pois, as chuvas que caem no período, mesmo com pequena intensidade aliado à desestruturação das partículas do solo reduzem o tamanho dos poros na camada subsuperficial pela formação de crosta, que além da baixa aeração, dificultará a infiltração de água.

Apesar dessa prática ser rotineiramente realizada e provavelmente estar provocando grandes perdas na produtividade, os seus efeitos ainda não foram avaliados e muito menos foram procuradas alternativas visando atenuar os seus melefícios.

O presente trabalho visou avaliar os efeitos dos intervalos de tempo entre o preparo periódico secundários, e a semeadura do milho, bem como avaliar os diferentes sistemas de controle de plantas daninhas, dentro desses intervalos, nas características morfológicas da planta e rendimento de grãos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Condições edafoclimáticas para o desenvolvimento da cultura do milho

O milho vem sendo cultivada em regiões compreendidas entre 58° de Latitude Norte (Canadá e União Soviética) e 40° de latitude Sul (Argentina), distribuídas nas mais diversas altitudes, encontrando-se cultivada desde localidades situadas abaixo do nível do mar (Região do Mar Cáspico) até 3.600 metros de altitude, nos Andes Peruanos (Camargo, 1966).

Inúmeras evidências experimentais dão conta que a temperatura se constitui no fator mais importante e decisivo para o desenvolvimento do milho, embora a água e demais componentes climáticos exerçam diretamente sua influência no processo. Regiões cujo verão apresenta temperatura média diária inferior a 19°C e noites com temperatura média abaixo de 12,8°C, não são recomendadas para a cultura do milho. Temperatura do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente a germinação, ao passo, que, àquelas situadas entre 25 e 30°C propiciam as melhores condições para o desenvolvimento dos processos de germinação e emergência das plântulas. A temperatura noturna é importante porque é principalmente à noite que ocorre o

crescimento. Noites quentes e dias quentes aceleram o ciclo da cultura, diminuindo os rendimentos de grãos (Fancelli, 1990).

A cultura do milho responde, com altos rendimentos, à crescente intensidade luminosa, já que é uma planta "C<sub>4</sub>", o que lhe confere alta produtividade biológica, em função de apresentar alta eficiência na utilização de luz e CO<sub>2</sub>, embora o autosombreamento das folhas inferiores, causado pela arquitetura da planta, contribua para diminuir sua eficiência (Magalhães e Paiva, 1993). A disponibilidade de luz é também reduzida pela presença de estruturas não fotossintéticas, como a inflorescência masculina, que segundo Duncan et al. (1967), pode interceptar até 9% da radiação luminosa numa população de 50.000 plantas/ha.

A necessidade de adequado suprimento hídrico para o pleno desenvolvimento dos vegetais decorre das múltiplas funções que ele desempenha na fisiologia da planta, pois, praticamente todos os processos metabólicos são influenciados pelo conteúdo de água. Para o milho, as maiores exigências em umidade se concentram nas fases de emergência, florescimento e formação de grãos. Todavia, no período compreendido entre 15 dias antes e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina, o estresse hídrico é crítico. A falta de água no florescimento pode causar a desidratação do grão do pólen, prejudicando o desenvolvimento e penetração do tubo polínico, além de alterar o sincronismo entre a inflorescência masculina e feminina (Fancelli, 1990, Magalhães e Paiva, 1993).

A cultura do milho exige um mínimo de 300 mm de água para que produza a contento. Assim, regiões cujas precipitações

oscilem entre 300 e 5.000 mm anuais são consideradas aptas para a cultura. Porém, tal limitação encontra-se mais diretamente condicionada à distribuição, do que à quantidade total de chuvas ocorrida no período (Fancelli, 1990).

Dentro deste enfoque, nos climas temperados a estação chuvosa é mais bem definida, e as variações locais e anuais são relativamente pequenas, enquanto que nas regiões tropicais a situação é totalmente diversa (Paterniani, 1993). Segundo o autor, na região Centro-Sul do Brasil, as pesquisas tem indicado que a época mais favorável para a semeadura do milho é o mês de outubro, podendo variar de setembro a novembro. Porém, em certos anos, as chuvas atrasam de tal maneira que a semeadura se estende até dezembro. Em Piracicaba-SP, nos meses de dezembro e janeiro, meses críticos para o milho, a precipitação média é de cerca de 200 mm. Em certos anos, entretanto, tem chovido quase 500 mm e, em outros, cerca de 30 mm.

Pesquisas envolvendo épocas de semeadura têm mostrado que o atraso no plantio em relação a época normal, afeta linearmente os rendimentos de grãos. Souza (1989) verificou que a cada dia de atraso na semeadura a partir de 15 de outubro, houve uma redução na produtividade média de dezessete cultivares de milho, em 38 e 16 kg/ha, para Lavras e Sete Lagoas, em Minas Gerais respectivamente. Em São Gabriel D'Oeste-MS, as perdas diárias foram de 21,46 e 69,01 kg/ha para dois híbridos (Oliveira, 1990).

As necessidades nutricionais do milho, assim como de qualquer planta, são determinadas pelas quantidades totais de

nutrientes absorvidos, que variam em função da produção obtida. As plantas de milho extraem os nutrientes do solo na seguinte ordem: N=K) Cl) Mg) Ca=P) S) Fe) Zn=Mn) B) Cu) Mo (Andrade, Haag e Oliveira, 1975a,b).

Da quantidade de nutrientes assimilados pela planta, o fósforo é quase totalmente translocado para as sementes (80%), seguido do nitrogênio (68%), enxofre (57,8%), magnésio (25,6%), potássio (20%) e cálcio (3,6%). Desta forma, com a incorporação dos restos vegetais, podem ser devolvidos ao solo cerca de 80% de potássio, 75% de magnésio e 96% de cálcio absorvidos pela planta (Malavolta e Dantas 1987, Vasconcelos et al., 1980).

A produção de matéria seca pela cultura é relativamente pequena logo após a emergência, aumentando rapidamente até 40-50 dias após, para tornar-se praticamente uniforme nos 50-60 dias subsequentes, com ligeiro declínio na proximidade da fase de maturação (Fancelli e Lima, 1982).

Nas primeiras semanas iniciais de crescimento, a planta de milho quase não retira nutrientes do solo, sendo que as reservas contidas nas sementes são suficientes para atender as exigências da planta (Stipp e Yamada, 1988). Com o decorrer do tempo, as plantas tornam-se cada vez mais dependentes dos nutrientes contidos no solo, os quais em virtude de suas funções específicas na fisiologia da planta, apresentam fases preferenciais de absorção. Assim, a absorção de N e S é mais acentuada no período de crescimento vegetativo, aproximadamente 60 dias após a semeadura, semelhante ao que ocorre com o K e Ca, cujo período preferencial de absorção encontra-se entre os

primeiros 20 a 50 dias de desenvolvimento da cultura. Para o P, a absorção se dá até próximo do florescimento, enquanto para o Mg a curva de absorção é de modo quase linear até o final do ciclo da planta (Fancelli e Lima, 1982).

Para o potássio, nos primeiros 30-40 dias de desenvolvimento, já se observa uma elevada taxa de acúmulo na planta, com ritmo de absorção superior ao do nitrogênio. De acordo com Gamboa (1980) é considerado elemento de "arranque", com acúmulo máximo ao redor dos 60 dias.

As taxas de acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre situam-se entre 80 a 90 dias após a emergência. A marcha de absorção máxima de manganês e zinco ocorre entre 30 e 50 dias, enquanto para o ferro e o cobre se dá aos 70 a 90 dias (Andrade, Haag e oliveira, 1975a,b).

De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) os teores (%) de macronutrientes considerados adequados na folha de milho são: Nitrogênio (2,5 - 3,0), Fósforo (0,25 - 0,35), Potássio (1,75 - 2,25), Cálcio (0,25 - 0,40), Magnésio (0,25 - 0,40) e Enxofre (0,15 - 0,20). Para os micronutrientes os teores em ppm são: Boro (15 - 20), Cobre (6 - 20), Ferro (50 - 250), Manganês (50 - 150) e o Zinco (15 - 50).

## 2.2 Preparo periódico do solo para cultura do milho

Em qualquer sistema de produção agrícola, a etapa referente ao preparo do solo para instalação das culturas é uma das mais importantes, devido não somente ao seu elevado custo

operacional em relação ao custo total do empreendimento, como também porque, sendo inicial, refletirá no desenvolvimento e no rendimento das culturas, ao final do ciclo.

Para uma determinada área, o preparo do solo a ser realizado depende de muitos fatores, mas as operações a serem executadas não podem ser enquadradas dentro de um esquema pré-determinado e rígido (Alvarenga, Cruz e Pacheco, 1993). Segundo os autores, cada situação requer uma decisão específica, dependendo das condições em que encontra o terreno, tal como o grau de infestação de plantas daninhas, resíduos vegetais, cultura anterior, umidade do solo, existência de camada compactada, riscos de erosão, tipo de máquina semeadora a ser utilizada, entre outros.

O preparo periódico consiste na manipulação mecânica do solo, visando atender um ou mais dos seguintes objetivos: controle de plantas daninhas, manejo de restos vegetais superficiais, incorporação de corretivos, fertilizantes e herbicidas, melhoria na aeração do solo e nivelamento da superfície do terreno, permitindo uma boa germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas cultivadas. Ele pode ser distinguido em primário, que é mais agressivo, sendo realizado com arados de diversos tipos ou grades aradoras e, secundário que complementa superficialmente o primário, destorroando e nivelando (Ortiz-Cañavante, 1980).

A desagregação excessiva da camada superficial, aliada ao tráfego da maquinaria, quando o solo se encontra com grau de umidade inadequado, traz como consequência a elevação na

densidade do solo e a redução no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Mulligan, Smucker e Safir, 1985). A desagregação na camada superficial durante o preparo é influenciada por vários fatores, entre os quais o tipo de solo, teor de água, tipo de implemento de preparo, número de operações e condições operacionais. Na desagregação procura-se criar uma estrutura adequada no solo com tamanho e número de poros apropriados para a germinação das sementes, emergência e crescimento das plantas, mantendo suficiente quantidade de água no perfil do solo (Negi, Raghavan e McKyes, 1990).

O uso contínuo do mesmo implemento, trabalhando à profundidades semelhantes, durante anos sucessivos, pode causar a formação de camada compactada na subsuperfície do solo. Por outro lado, o excesso de operações têm como consequência a desestruturação do solo. Desta forma, a ausência de cobertura vegetal na superfície do terreno, após o seu preparo, poderá contribuir para a formação de crosta ou selamento superficial do solo causado pela ação das chuvas, que individualizam estas partículas, diminuindo a macroporosidade (Favarin, 1990). Além de reduzir a taxa de infiltração de água, reduzem também a taxa de oxigênio no interior do solo, que é fundamental para contrabalancear o excesso de gás carbônico eliminado pelas raízes e microorganismos (Kiehl, 1979).

São vários os sistemas de preparo e sequências operacionais utilizadas para a cultura do milho. O tempo decorrido entre as operações, muitas vezes está associado à cobertura vegetal. De acordo com Seguy et al. (1984), em

condições de grande volume de resíduos vegetais ou de plantas daninhas na superfície do solo, a pré-incorporação dos resíduos com grade pesada ou grade niveladora, seguida da aração profunda, permite uma distribuição uniforme dos resíduos triturados no perfil da camada arada, facilitando e agilizando a decomposição pela microflora.

O sistema convencional de preparo de solo têm proporcionado melhores condições de emergência e estande inicial de plantas em comparação com outros sistemas de preparo (Bowers e Bateman, 1960, Mannering, Meyer e Johnson, 1966). Porém, excessivo, a compactação causada pelo cultivo excessivo reduz a aeração e a infiltração de água, no estágio anterior no florescimento sendo mais acentuado em solos argilosos, onde nestas condições, o cultivo mínimo proporciona melhores produções (Van Doren e Ryder, 1962).

Porém, quando o solo é arado anualmente, as raízes do milho se desenvolvem mais extensivamente, atingindo uma maior profundidade em relação ao cultivo mínimo ou plantio direto, embora não tenham sido encontradas correlações entre quantidade de raízes e rendimento (Barber, 1971). Também foi observado, em um Latossolo Roxo Eutrófico que, na profundidade de 15 a 45 cm, os arados influenciaram de modo significativo o crescimento radicular. Nesta condição, o arado de aivéca favoreceu significativamente o crescimento das raízes, quando comparado ao arado do disco (Salgado, 1979).

O arado de aivéca proporcionou também maiores teores de matéria orgânica nas camadas subsuperficiais, bem como maior teor

de potássio nestas camadas e nas folhas do milho, obtendo-se maiores rendimentos de grãos ao longo dos anos (Salgado et al., 1983). No entanto, sistemas de preparo com arado de disco, arado de disco seguido de grade niveladora, grade aradora mais gradagem niveladora e preparo com arado escarificador, realizados antes ou após a subsolagem, não afetaram a população inicial e final de plantas, diâmetro de colmo, altura de planta e rendimento de grãos da cultura do milho (Salvador, 1992).

Pesquisa envolvendo intervalo entre as operações de preparo do solo e a semeadura do milho, mostrou que o preparo realizado com uma aração com arado de discos, três dias antes da semeadura, sem operação intermediária, apresentou menor infestação de plantas daninhas, além de mostrar uma ligeira superioridade não significativa no rendimento de grãos, em relação aos tratamentos com uma aração realizada 85 dias antes e com gradagem no dia da semeadura; duas arações, sendo uma aos 85 dias e a outra três dias antes da semeadura; uma aração e uma gradagem três dias antes da semeadura e, finalmente, uma aração e duas gradagens antes da semeadura do milho (Benez, 1972).

Em outro estudo foram avaliados os seguintes sistemas de preparo de solo: uma aração realizada 30 dias antes do plantio com duas gradagens niveladoras, sendo uma realizada após a aração e a outra, no dia da semeadura, aração realizada 30 dias antes do plantio, sem operação intermediária, com a semeadura realizada em sulcos de 15 cm de profundidade, e por último, semeadura direta no sulco, sem a mobilização do solo. O controle das plantas daninhas foi realizado mecanicamente com cultivador nas parcelas

que foram aradas antes da semeadura e com os herbicidas paraquat e 2,4D, nas parcelas com semeadura direta. Os resultados indicaram que a disponibilidade de água foi maior nos preparos do solo que foram menos mobilizados, os quais também apresentaram maior altura de planta, diâmetro de colmo e rendimento de grãos. O controle de plantas daninhas com herbicida apresentou um rendimento de grãos 44% superior ao controle mecânico (Benez, 1980).

Aração seguida de grade niveladora ou gradagem pesada seguida de gradagem leve, realizadas nos intervalos de 0, 4, 7, 10 e 17 dias antes da semeadura do milho, mostrou que a semeadura feita 10 dias após o preparo do solo proporcionou maior altura de planta, diâmetro de colmo, peso de matéria seca por planta e maior rendimento de grãos (Antuniassi, 1991). Os piores resultados foram verificados nas parcelas que foram semeadas 0 e 4 dias após o preparo do solo, que segundo o autor, foi devido ao processo de fermentação na decomposição dos resíduos vegetais, os quais podem ter contribuído para a redução do estande nestas parcelas.

### 2.3 Plantas daninhas

As plantas daninhas também são conhecidas regionalmente por planta invasora, erva daninha, erva má, inço, planta infestante, planta silvestre, planta nociva e planta ruderal (Deuber, 1992). Segundo o autor, o termo "erva" não é adequado por restringir-se às plantas de porte herbáceo, as quais não representam a totalidade das plantas daninhas.

De qualquer forma, estas diferentes denominações são dadas a qualquer planta que se encontre vegetando em local onde não é desejada. Dentro dessa conceituação, podem também ser consideradas como daninhas, inúmeras plantas úteis, como por exemplo, uma planta de arroz vegetando numa lavoura de milho. Contudo, essa terminologia deve ser principalmente utilizada para designar grupos de plantas que crescem espontaneamente nos campos cultivados (Lorenzi, 1981).

Em geral, as plantas daninhas pertencem a famílias bastantes evoluídas, que apresentam diásporos apropriados a vários tipos de dispersão (Brandão, Laca-Buendia e Gavilanes, 1982). Além disso, as plantas daninhas têm a habilidade de sobreviver em condições adversas, tais como em ambientes xéricos ou alagadiços, com temperatura elevada ou muito baixa, em solos ácidos ou alcalinos, entre outros (Hafloges e Scholz, 1980).

As plantas daninhas causam maiores prejuízos ou danos à agricultura do que as pragas e doenças, e constituem a maior barreira para produção de alimentos em muitas regiões do mundo. Os principais prejuízos são: redução na produção e qualidade dos produtos colhidos, aumento do custo de produção, depreciação do valor da terra, além de servirem de hospedeiros para pragas, nematóides, bactérias, fungos e vírus (Muzik, 1970). Podem perpetuar-se tanto por via seminífera como por via vegetativa. Sua disseminação pode ser feita pelo vento, água, por máquinas agrícolas, pelos animais e pelo homem (Silva e Silva, 1986). Produzem grande número de sementes por planta, como por exemplo, o *Echinocbloa crus-galli* (L.) Beav., pode produzir até 7.160

sementes e a *Setária viridis* (L.) Beauv., 34.000 sementes (Stevens, 1933); a *Setária faberi* Herrm., 10.000 sementes (Wilson, Kerr e Nelson, 1985); e o *Amaranthus retroflexus* (L.), 100.000 sementes (Schweizer e Zimdahl, 1984).

Apesar da grande quantidade produzida, apenas uma pequena fração de sementes da maioria das espécies daninhas germinam em uma determinada época. As sementes restantes permanecem dormentes e germinam durante os anos consecutivos (Kozlowski e Gunn, 1972). As razões do escalonamento da germinação das sementes são variadas, podendo ser um problema de queiscência, ou seja, a semente não germina devido às condições externas (água, luz, temperatura ou oxigênio) serem desfavoráveis à germinação.

As principais plantas daninhas que ocorrem na cultura do milho são: *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Panicum maximum* (capim-colonião), *Sorghum halepense* (capim-massambará), *Amaranthus* spp (caruru), *Ipomea* spp (corda-de-viola), *Portulaca oleracea* (beldroega), *Sida* spp (guanxuma), *Aconthospermum hispidum* (carrapicho-de-carneiro), *Emilia sonchifolia* (falsa-serralha), *Euphorbia heterophylla* (amemdoim-bravo), *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), de acordo com Victoria Filho (1990).

No Estado de Minas Gerais, Brandão, Laca-Buendia e Gavilanes (1982) indentificaram cerca de 219 espécies de plantas

daninhas, pertencentes a 28 famílias, em culturas anuais, bianuais e perenes. Destas, 149 espécies estavam presentes na cultura do milho, cujas famílias mais representativas foram: Compositae (27 espécies), Graminae (26 espécies), Leguminosae (22 espécies), Malvaceae (12 espécies) e Convolvulaceae (9 espécies).

Vários experimentos foram conduzidos por Blanco e Santos (1988) em 14 municípios do Estado de São Paulo, envolvendo áreas cultivadas de milho, cujos solos variaram de arenoso a muito argiloso, objetivando inventariar a infestação de plantas daninhas. Os resultados indicaram que as famílias mais importantes foram: Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae e Malvaceae. Das 26 espécies encontradas, 73% pertenciam às dicotiledôneas e 27%, eram monocotiledôneas. No entanto, devido ao alto grau de infestação de *Digitaria horizontalis* (L.) Scop. (capim-colchão), mais de 50%, *Cenchrus echinatus* (L.) (capim-carrapicho) e *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha) com 35 a 50% da infestação dos campos, a família das Poaceae constituiu-se no grupo mais importante das plantas daninhas que infestam as lavouras de milho.

Em levantamento mundial, Holm, Plucknet e Danchu (1977) relatam que a *Cyperus rotundus* (L.) (tiririca), *Echinochloa colonum* (L.) Link (capim-arroz), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop (capim-colchão) constituem no grupo mais importante de espécies que infestam as lavouras de milho. Segundo esses autores, existe uma predominância das plantas daninhas gramíneas de áreas agrícolas de todo o mundo.

## 2.4 Efeito do preparo do solo na emergência de plantas daninhas

A aração, destroem-se as infestantes já instaladas no terreno, mas não interfere a reserva de sementes no solo. As sementes pequenas, como é o caso da grande maioria das espécies silvestres, só tem capacidade de quebrar a dormência e germinar, se localizadas na camada superficial do solo (Almeida, Rodrigues e Oliveira, 1982).

A denominação "banco de sementes" no solo tem sido usado na literatura internacional para descrever o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais (Carmona, 1992), e tem um papel crucial na substituição de plantas eliminadas por causas naturais ou não. Dessa forma, os bancos de sementes apresentam um papel ecológico extremamente importante no suprimento de novos indivíduos para as comunidades vegetais ao longo do tempo (Roberts, 1981).

Pesquisa nesse sentido foi conduzida na área do Departamento de Biologia da ESAL, Lavras-MG, avaliou o tamanho, composição de espécies e variabilidade temporal do banco de sementes, coletando-se amostras de solo até 20 cm de profundidade, a cada três meses, durante um ano. Os resultados mostraram que o número de plantas daninhas emergidas das sementes encontradas nas amostras de solo variou de 10.166 a 180.190/m<sup>2</sup> (Freitas, 1990). Foi verificado também que, cerca de 80% das sementes se acumulam nos primeiros 8 cm de profundidade. As camadas abaixo dessa profundidade foram mais ricas em número de espécies.

Nos Estados Unidos, em oito localidades do cinturão do milho, na camada arável do solo, o número de sementes viáveis/m<sup>2</sup> variou de 600 a 162.000 sementes viáveis/m<sup>2</sup> (Forcella, Wilson e Renner, 1992).

O efeito das práticas culturais no banco de sementes é função da distribuição vertical das sementes ao longo do perfil, antes e após preparo. Blanco e Blanco (1991) conduziram ensaios de campo com o objetivo de determinar os fluxos mensais da emergência de uma comunidade de plantas daninhas no período de outubro a abril, submetida a dois regimes de manejo: destruição das plantas com a movimentação do solo com enxada rotativa e sem movimentação do solo, com uso de herbicida. Os autores concluíram que a movimentação do solo estimulou a emergência de *Bidens pilosa* (L.) (picao-preto); *Amaranthus viridis* (L.) (caruru); *Sonchus oleraceus* (L.) (serralha); *Rhynchelitrum roseum* (Nees) Stapf. et Hubb. (capim-favorito); *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pê-de-galinha); *Portulaca oleracea* (L.) (beldroega) e *Cenchrus echinatus* (L.) (capim-carrapicho). Quando o primeiro fluxo de germinação, foi destruído em outubro, sem revolvimento do solo, a sementeira de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, (capim-marmelada), picão-preto, caruru e serralha, representou cerca de 90 a 95% do total emergido no período de outubro a abril. Para o capim favorito, *Galinsoga parviflora* Cav. (picão-branco) e beldroega, essa emergência significou 80, 70, 65, e 50% do total, respectivamente.

A proximidade da superfície do solo aumenta a exposição de sementes a fatores como luz, alternância de temperatura e

umidade, que normalmente, promovem a germinação e decrescem a longevidade em várias espécies invasoras (Roberts e Potter, 1980).

O preparo periódico do solo, com grade pesada, coloca as sementes das plantas daninhas próximas da superfície do solo, gerando uma proliferação imediatamente após as primeiras chuvas, o que implicará na utilização de herbicidas ou de diversas capinas (Seguy et al., 1984).

Em Ohio, estudos de vinte e cinco anos contínuos de plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional, na cultura do milho, Cardina, Regnier e Harrison (1991) concluíram que o número de sementes de plantas daninhas a 15 cm de profundidade foi maior no plantio direto. O preparo convencional foi o que apresentou menor quantidade de sementes por metro quadrado. Segundo os autores, o aumento no revolvimento do solo resulta na diminuição da diversificação das espécies de plantas daninhas.

O preparo convencional do solo pode reduzir a quantidade de sementes previamente enterradas, trazendo-as para próximo da superfície. Roberts e Dawkins (1967) observaram que o número de sementes até 23 cm de profundidade decresceu exponencialmente ano após ano. As reduções foram 22% em solo não preparado, 30% em solo cultivado duas vezes ao ano e 36% em solo cultivado quatro vezes ao ano. Parcelas com arado escarificador mostraram maior predominância de sementes de plantas daninhas na profundidade de 0-5 cm da superfície do solo (63%), e ao longo de três anos aumentou também o número de espécies (Ball, 1992). Nos tratamentos com arado de aivéca, observou-se apenas 20% do total

de sementes de plantas daninhas na camada de 0-5 cm e 53% das sementes foram encontradas na camada de 10-15 cm.

No plantio direto, a concentração das plantas daninhas diminui logaritmicamente com a profundidade no perfil do solo. No preparo com arado escarificador, 30% das sementes estavam a 1 cm de profundidade, diminuindo linearmente com aumento da profundidade, enquanto o arado de aivéca apresentou uma distribuição uniforme das sementes numa profundidade de 19 cm (Yenish, Doll e Buhler, 1992). A densidade da *Setaria faberi* Herm. no plantio direto foi de 1400 brotos/m<sup>2</sup> após 56 dias da semeadura do milho, comparado com 170 brotos/m<sup>2</sup> no plantio convencional (Buhler e Daniel, 1988).

Rotacionando as culturas da soja e milho em plantio direto e convencional, durante cinco anos, Wrucke e Arnold (1985) relatam que no plantio direto houve maior presença de plantas daninhas de folha estreita, principalmente *Setaria viridis* (L.) P. Beauv.

Preparo de solo realizado com arado de disco seguido de gradagem leve, e grade pesada seguida de grade leve, executados em diferentes intervalos de tempo entre o preparo e a semeadura do milho, revelou maior infestação e peso de matéria seca das plantas daninhas no tratamento onde o preparo do solo foi realizado 17 dias antes da semeadura do milho (Antuniassi, 1991).

O padrão de emergência de plantas daninhas foi observado em vários meses, após o preparo do solo, pela contagem das espécies emergidas. Quarenta a cinquenta por cento das plantas daninhas emergiram dentro de 6 semanas, mas, na terceira

semana, já ocorreu emergência significativa, sendo que na primeira semana notou-se germinação das sementes abaixo da superfície do solo (Zimdahl, 1980).

## 2.5 Interferência das plantas daninhas com a cultura do milho

O milho, como a maioria das culturas, sofre séria concorrência com as plantas daninhas, acarretando sensíveis prejuízos nos rendimentos de grãos. De acordo com Locatelly e Doll (1977), a competição é definida como sendo a luta que se estabelece entre as culturas e as plantas daninhas por água, luz, nutrientes, dióxido de carbono, no mesmo período e local. Salienta ainda que, em função das plantas daninhas atuarem em aspectos diretos e indiretos, muitas vezes é preferível falar-se em interferência de uma determinada espécie sobre outra.

De acordo com Blanco, Oliveira e Araújo (1973) a competição entre duas plantas depende das espécies em confronto, do número de indivíduos por área e do tempo em que permanece competindo entre si. Esses fatores podem ser modificados pelas condições edáficas e climáticas do local, além das práticas culturais realizadas. Esta competição é mais forte entre indivíduos de características semelhantes quanto ao hábito de crescimento, exigências climáticas e nutricionais (Silva e Silva, 1986).

O milho, em virtude de suas características fisiológicas e hábito de crescimento, apresenta relativa potencialidade competitiva com as plantas daninhas. Por esse

motivo, passada a fase crítica, a cultura assume rápido desenvolvimento, sombreando o terreno e criando conseqüentemente condições adversas ao desenvolvimento do mato. Todavia, algumas espécies, tais como a *Ipomoea* spp (corda-de-viola), cujo hábito de crescimento é trepador, poderá interferir na recepção da luz solar, afetando o máximo desenvolvimento da planta de milho (Fancelli e Lima, 1982).

A maior competitibilidade das plantas daninhas em relação às plantas cultivadas se deve à sua adaptação nos mais variados ambientes, produção de elevado número de sementes, produção de inibidores (alelopatia), germinação desuniforme, desenvolvimento inicial rápido, sistema radicular profundo, eficiência no uso de água e resistência à maioria das pragas e doenças que afetam as plantas cultivadas (Janick, 1968).

A composição específica da comunidade infestante é um dos fatores que determinam o grau de competição com a cultura, pois cada espécie pode estabelecer um nível de pressão na luta pela sobrevivência. Jooste, Van Der e Biljon (1980) verificaram que o *Cyperus esculentus* reduziu a produtividade de milho em 23,9%, enquanto a *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. e a *Eleusine indica* reduziram os rendimentos em 72,1 e 58,8%, respectivamente.

O grau de competição entre as plantas daninhas e uma cultura pode ser influenciado pela distribuição das plantas daninhas. Estudos realizados por Young (1981) mostraram que uma densidade de *Agropyron repens* (L.) Beauv. de 65, 125, 390 e 345 plantas/m<sup>2</sup>, reduziu os rendimentos do milho em 14, 16, 21 e 37%

respectivamente. Uma densidade de 100 plantas/m<sup>2</sup> de *Echinochloa crusgalli* diminuiu os rendimentos de milho em 18,0% (Kropff et al. (1985).

Pesquisa conduzida por Blanco, Araújo e Oliveira (1976) verificaram que as plantas daninhas quando não controladas, podem reduzir a produtividade de grãos na ordem de 12 a 83,2%. No estado do Paraná, Almeida e Rodrigues (1979) detectaram redução de 87 a 100%, pela competição das plantas daninhas com a cultura de milho. No México, Nieto, Brondo e Gonzalez (1968) relatam perdas de até 92%; na Colômbia, a redução foi de 80 a 100% (Bejarano, Ortiz e Jeffery, 1969). Na Índia, as perdas foram de 30 a 74% (Mani, Galtan e Chakraborty, 1968) e nos Estados Unidos a redução foi de 40 a 85% (Miggitt, 1970).

O risco em potencial do produtor de milho é em termo de perdas de sacos de milho por hectare semeado, tão maior quanto melhor for o sistema de produção adotado, se não forem controladas as plantas daninhas. Sabe-se que a interferência destas com a cultura do milho pode reduzir a produtividade em até 85%. Assim, para um sistema de produção onde a expectativa é de 2.000 kg/ha, a perda de 85% devido a competição representa 1.700 kg/ha, ou pouco mais de 28 sacos de milho. Para uma lavoura tecnificada, com expectativa de rendimento na faixa de 9.000 kg/ha, a competição com as plantas daninhas pode acarretar uma perda de 7.650 kg/ha, ou 127,5 sacos de milho (Silva, 1993).

O intervalo de tempo compreendido entre o período máximo inicial, em que pode ser permitida a presença de mato no terreno, e o período mínimo inicial sem mato, de modo que a

produtividade do milho não seja afetada, indicará o chamado período de competição. Para estabelecer um controle eficiente e econômico de plantas daninhas, é necessário o conhecimento do período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura (Cardenas, 1973).

Pesquisa realizada em Campinas, Estado de São Paulo, mostrou que o período máximo inicial com mato e o período inicial sem mato, que não prejudicam o rendimento do milho foram respectivamente de 15-30 dias e de 45 dias, a contar da emergência da cultura, quando as espécies predominantes foram *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomoea purpurea* Lam., *Galinsoga parviflora* e *Cyperus rotundus* (Blanco, Araújo e Oliveira, 1976). Após os 45 dias da emergência, as plantas de milho começam a fechar e o sombreamento progressivo do terreno prejudica o processo fotossintético das plantas daninhas recém emergidas, dando origem às plantas estioladas, sem capacidade de competir com a cultura. As infestantes de emergência tardia não afetam normalmente a produtividade, podendo apenas dificultar a colheita.

Resultados obtidos por Sales (1991) mostraram que a presença de plantas daninhas, durante todo o ciclo da cultura, reduziu a altura de plantas, rendimento de grão e peso de 100 sementes de milho. A população inicial e final de plantas, diâmetro de colmo, inserção de espiga e teor de macronutrientes nas folhas não foram significativamente alterados. Quando a cultura permaneceu no limpo até aos 20 dias após a emergência, não se verificou perdas significativas na produtividade de

grãos. As espécies predominantes no experimento foram: *Bidens pilosa* (picão-preto), com 28,4%; *Indigofera hirsuta* (anileira), com 21,4%, e o *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) com 45,6%.

Dentro deste mesmo enfoque, Ramos e Pitelli (1993) conduziram dois experimentos. No primeiro, a cultura do milho conviveu com as plantas daninhas desde a germinação até 00, 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias do ciclo. Depois de cada período no mato, a cultura era mantida livre das plantas daninhas até a colheita. No segundo experimento a cultura foi mantida livre de plantas daninhas desde a emergência por períodos idênticos ao do primeiro experimento. Depois de cada período no limpo, todas as plantas daninhas que germinaram foram deixadas crescer livremente. As espécies predominantes, nos dois experimentos foram a *Indigofera hirsuta* e *Cenchrus echinatus*. Os autores concluíram que o peso da matéria seca da parte aérea das plantas de milho e a produtividade de grãos foram afetados apenas no segundo experimento, sendo a porcentagem de plantas com espiga o componente de produção mais afetado. Evidenciaram também que a cultura pôde conviver com as plantas daninhas até aos quatorze dias após a emergência, sem perda de produtividade, e as plantas daninhas que emergiram após os quarenta e dois dias da emergência do milho, também não afetaram os rendimentos. Os teores de macronutrientes nas folhas do milho não diferiram entre si, em nenhum dos experimentos.

Várias pesquisas têm estudado o período crítico de interferência das plantas daninhas com a cultura do milho. No

México, o período livre de plantas daninhas sem afetar a produtividade de grãos foi de 50 dias após a semeadura (Gleason, 1956), nos Estados Unidos foi de 4 semanas (Perry, Evans e Jeffrey, 1983) e no Canadá, variou de 28 a 56 dias (Hall, Swanton e Anderson, 1992).

Pesquisa conduzida por Hall, Swanton e Anderson (1992) relacionou o período crítico de interferência das plantas daninhas com o estágio de desenvolvimento das folhas do milho. Os autores concluíram que a presença do mato durante a emissão da 3ª até 14ª folha do milho, reduziu a área foliar e a expansão de cada folha individual, além de acelerar a senescência das folhas de baixo. A pressão do mato pode ainda diminuir o número de folhas por planta. De acordo com Zanin, Cantelle e Toniolo (1986) o índice de área foliar e a duração da folha correlacionaram com a produtividade de grãos.

Os parâmetros de crescimento e reprodutivos do milho são afetados pela interferência das plantas daninhas. O *Agropyron repens* (L.) Beauv. diminuiu a altura de planta, comprimento da espiga, número de fileiras e quantidade de grãos por espiga, e peso de grãos (Young, Wyse e Jones, 1984). O diâmetro do colmo foi reduzido pela interferência da *Setaria faberi* Herm. e do *Amaranthus hybridus* L..

A competição normalmente reduz a quantidade de água disponível no solo para a absorção das raízes e, portanto, afeta o teor de água na planta. O consumo de água pelas plantas pode ser estimado através do coeficiente transpiratório, que relaciona a água absorvida com o peso seco de massa produzida, e varia de

25 a 1.000, dependendo do tipo da planta. O abacaxi possui o coeficiente em torno de 25, mas, a maioria das plantas com metabolismo  $C_3$ , apresentam valores de 450 a 1.000, e para as plantas de metabolismo do tipo  $C_4$ , o coeficiente transpiratório é de 250-350 g de  $H_2O/g$  de peso seco (William, 1973).

Em geral, as plantas  $C_4$  são mais eficientes do que as plantas  $C_3$  em função de apresentarem alto ponto de saturação luminosa, baixo ponto de compensação de  $CO_2$ , fotorrespiração quando presente não mensurável, temperatura ótima para a fotossíntese é mais elevada, estando entre 30-40 C (Ferri, 1985). São exemplos de plantas  $C_4$  a cana-de-açúcar, sorgo e milho. Entre as 10 plantas daninhas mais nocivas do mundo, 8 são do tipo  $C_4$ , ou seja: *Cyperus rotundus* (L.) (tiririca), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grama-seda), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (capim-colchão), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (capim-massambará), *Imperata brasiliensis* Trin. (capim-sapé), *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), *Echinochloa colonum* (L.) Link (capim-arroz) e *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha) conforme citação de Silva e Silva (1986).

A quantidade de energia luminosa vinda do sol talvez seja mais do que suficiente para todos os organismos que realizam a fotossíntese na terra, porém, a utilização eficiente é limitada pelos mecanismos fotossintóticos que as plantas verdes apresentam. O sombreamento do solo proporcionado pelas culturas pode reduzir grandemente o crescimento das plantas daninhas pela redução da disponibilidade de luz para a vegetação sob a cultura (Mercado, 1979). Pesquisa conduzida por Iwata e Takayanagi (1980)

mostraram que a luz, mais do que os nutrientes, limita a habilidade das plantas daninhas em competir com o milho.

Segundo Zanin, Cantelle e Toniolo (1986), os parâmetros como índice de área foliar e duração da área foliar são bons indicadores da competição, pois estão correlacionados positivamente com a redução da matéria seca das plantas daninhas. Estudos conduzidos por Ellakkad, Adams e Behrens (1983) mostraram que as plantas daninhas reduziram significativamente a radiação fotossinteticamente ativa disponível para as folhas mais baixas das plantas de milho e reduziu, também, o período durante o qual as folhas devem fotossintetizar.

Avaliando a competição entre *Sorghum halepense* e plantas de milho em condições de casa-de-vegetação, Beltrano e Montaldi (1979) observaram que o efeito da competição por luz foi mais pronunciado do que por nutrientes, reduzindo significativamente a área foliar, altura e peso da matéria seca das plantas de milho.

As plantas daninhas, em geral, retiram grandes quantidades de nutrientes essenciais para seu crescimento e desenvolvimento, competindo com a cultura. Devido ao seu sistema radicular mais rústico e desenvolvido, as plantas daninhas consomem duas vezes mais nitrogênio e água do que as plantas cultivadas, sendo responsáveis pela perda de até 20% dos fertilizantes destinados à cultura (Ruckeim Filho, 1978).

Uma infestação de 200 plantas por metro quadrado, com predominância de 70% de gramíneas, reduziu a produção de milho na ordem de 35%. Os teores foliares de nitrogênio e fósforo nas

plantas livres de competição com o mato foi de 1,39% e 0,136% respectivamente, é de 1,04% de N e 0,101% de P nas plantas crescidas na presença do mato. O fornecimento de nitrogênio em cobertura, neutralizou os efeitos depressivos da competição (Blanco, Haag e Oliveira, 1978).

O pH do solo pode afetar a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas (Buchaman, Hoveland e Harris, 1975). Segundo esses autores, a habilidade competitiva das plantas daninhas pode mudar com alteração no pH do solo. Wear & Hamill (1985) estudaram o efeito do pH do solo na competição de três espécies de plantas daninhas com a cultura do milho. Os resultados indicaram redução significativa da produtividade pela competição, em todos os níveis de pH. Os teores de nutrientes na folha do milho e o peso de matéria seca das plantas, não foram afetados. O peso da matéria seca do *Amaranthus powellii* S. Wats. e do *Abutilon theophrasti* Medic. foram significativamente menores em pH 4,8 do que no pH 6,0 ou 7,3. Por outro lado, a *Setaria viridis* (L.) Beauv. teve maior peso de matéria seca em pH 4,8. Os autores verificaram que as plantas daninhas pertencentes às dicotiledôneas, apresentaram maiores teores de cálcio e magnésio nas folhas em todos os níveis de pH, do que as monocotiledôneas.

Desta forma, a elevação do pH do solo, com aplicação de calcário, e o fornecimento de nutrientes, ao mesmo tempo que vai favorecer a cultura implantada, poderá resultar no controle e, mesmo, na eliminação de algumas espécies adaptadas a solos ácidos, de baixa fertilidade. Como exemplos podem ser citadas a

eliminação de *Vernonia ferruginea* (assa-peixe), *Aristida pallens* (capim-barba-de-bode), *Pteridium aquilinum* (samambaia) e *Sida* spp (guanxumas). Assim, a melhoria da fertilidade do solo pode eliminar as espécies adaptadas às condições piores mas, por outro lado, torna o solo mais adequado para o desenvolvimento de outras espécies (Deuber, 1992).

## 2.6 Métodos de controle de plantas daninhas

Os métodos utilizados para o controle das plantas daninhas são os mais variados possíveis e têm-se verificado uma grande evolução nas últimas décadas. Entre eles, o controle preventivo tem grande importância e começa com cuidados dos equipamentos a serem utilizados no preparo do solo e sementeira, uma vez que podem abrigar sementes de plantas daninhas nos resíduos de terra, assim como nas próprias rodas do trator. Outra preocupação é na procedência das sementes a serem cultivadas, que devem ser livres de sementes de plantas daninhas e de preferência sementes certificadas ou fiscalizadas (Gelmini, 1988, Deuber, 1992).

O controle cultural também merece destaque, uma vez que a utilização de cultivares bem adaptadas e vigorosas, com alto poder germinativo, com densidade de sementeira e espaçamento adequados, contribuirá para o rápido crescimento das raízes e da parte aérea, levando um curto espaço de tempo para o fechamento da lavoura, diminuindo a área disponível às plantas daninhas e facilitando seu controle (Cerqueira, Roessing e Voll, 1981).

A rotação de cultura é também de fundamental importância como medida no controle das plantas daninhas, principalmente devido aos diferentes portes de plantas, variação de espaçamentos e densidades de semeadura, diferentes métodos de cultivos, além das opções na utilização de herbicidas. Assim, espécies de dicotiledôneas que vegetam bem na cultura do milho, podem ser facilmente controlada com a rotação de soja. Por outro lado, espécies de gramíneas que desenvolvem bem na lavoura do milho, podem ser muito bem controladas em rotação com a crotalária que, em função da redução do espaçamento, diminui a disponibilidade luminosa para as plantas (Deuber, 1992).

Além desses métodos, existe o controle biológico através de insetos, fungos, bactérias e, bem com o controle físico, cultivo manual, mecânico e químico.

Os diferentes métodos utilizados para o controle das plantas daninhas, desde o preparo do solo, rotação de cultura, emprego de cultivadores e de produtos químicos, são práticas eficientes. Porém, devem estar perfeitamente inseridas nos objetivos econômicos e adaptadas às condições locais de infraestrutura, tais como: intensidade de infestação de plantas, disponibilidade de mão-de-obra e implementos, além do nível sócio-cultural do produtor e dos custos operacionais (Cruz e Ramalho, 1983).

O arranquio manual foi a primeira forma usada pelo homem para eliminar as plantas daninhas até descobrir a enxada. Ambos os processos continuam a serem utilizados, principalmente, nas pequenas propriedades ou pela topografia do terreno. Também é

empregado para eliminar as plantas daninhas nas linhas da cultura onde as enxadas do cultivador não as atingem (Almeida, Rodrigues e Oliveira, 1982).

Pesquisa realizada por Lorenzi (1981) mostrou que uma capina manual com enxada, nas linhas e entrelinhas, realizada aos 15 dias após a emergência do milho, foi o suficiente para manter a lavoura no limpo, e aos 100 dias, o controle era da ordem de 94 a 97%, cuja espécie predominante era a *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch (capim-marmelada). Duas capinas manuais, realizadas aos 15 e 35 dias após a emergência do milho, reduziram em 95,2% e o peso da matéria seca das espécies *Trianthema portulacastrum* e *Echinochloa colonum* (L.) Link. (Balyan e Bhan, 1987).

Uma das dificuldades do cultivo manual é o baixo rendimento e alto custo, uma vez que para cultivar um hectare de milho utilizando-se apenas a enxada, são requeridos cerca de oito homens/dia, ao passo que no cultivo com tração animal, gasta-se de 0,5 a 1,0 homen/dia e usando-se tração motorizada, 1 a 2 horas/ha (Cruz e Ramalho, 1983).

#### 2.6.1 Controle mecânico das plantas daninhas

O princípio a se observar quando se utilizam cultivadores, quer de tração animal ou mecânica, é a profundidade de trabalho e o estágio das plantas daninhas. As primeiras plantas daninhas a emergirem após a semeadura do milho são provenientes das sementes mais vigorosas. Quando estas plântulas começam a emergir, a grande maioria das sementes silvestres

viáveis já iniciaram o processo de germinação e um cultivo neste período as elimina facilmente (Almeida, Rodrigues e Oliveira, 1982).

As raízes da planta de milho crescem rapidamente, tanto no sentido horizontal como no vertical, principalmente a partir dos 15 dias após a emergência. Aos 30 dias, as raízes já atingiram o centro das entre linhas de plantio, com a maior concentração ocorrendo na camada de 7,5 a 15 cm de profundidade. Desta forma, as recomendações de cultivo devem ser feitas considerando as características do sistema radicular. O primeiro cultivo, quando realizado em torno dos 20 dias após a emergência, pode ser mais profundo e, nos demais, a profundidade não deve ultrapassar 5 a 6 cm (Cruz e Ramalho, 1983).

A tração animal tem sido bastante empregada para o cultivo do milho, em razão de apresentar eficiente controle das plantas daninhas, bom rendimento operacional e não requer alto investimento. De acordo com Cruz e Ramalho (1983), o cultivador de tração animal mais utilizado pelos agricultores possui dois tipos de enxadas: tipo picão e asa-de-andorinha, podendo ser montado com 3 a 5 enxadas. No primeiro cultivo, quando o sistema radicular do milho está pouco desenvolvido, a operação de trabalho pode ser mais profunda (+ 8 cm). Nestas condições, as enxadas do tipo picão são as mais recomendadas. No segundo cultivo, a profundidade deve ser menor (+ 6 cm), utilizando-se enxadas do tipo asa-de-andorinha, com opção de colocar na frente do cultivador duas enxadas do tipo picão, e nas laterais e no centro, enxadas do tipo asa-de-andorinha.

De acordo com Hayden e Bursinde (1987) um único cultivo pode controlar de 70 a 80% da infestação do *Sorghum bicolor* (L.) Moench na cultura do milho. No entanto, as plantas daninhas presentes na linha da cultura usualmente escapam das enxadas do cultivador e podem competir com a cultura.

Martucci Filho et al. (1984) compararam diversos métodos de controle de plantas daninhas na cultura do milho e concluíram que não houve diferenças significativas entre a capina manual, cultivo mecânico na linha de plantio, cultivo mecânico na linha e na entrelinha e uso de herbicida pré-emergente. Os autores afirmam que o cultivo mecânico é econômico e apresenta características desejáveis, tais como o rompimento da crosta superficial do solo, além de jogar terra nos "pés" das plantas, auxiliando o controle das plantas daninhas na linha da cultura, favorecendo o desenvolvimento do milho.

No entanto, Silva (1993) salienta que os métodos mecânicos de controle de plantas nem sempre são efetivos, por causa das condições climáticas adversas e, principalmente, porque os cultivadores não apresentam o efeito residual. No dia seguinte à capina ou cultivo, as plantas daninhas podem reinfestar a área através de sementes ou rebrota.

#### 2.6.2 Controle químico de plantas daninhas, características e modo de ação dos herbicidas testados

O controle químico das plantas daninhas é realizado por meio de herbicidas e, que provocam a morte ou inibem o



desenvolvimento de plantas daninhas no solo, pelo menos durante o período em que as culturas que nele se instalem sejam suscetíveis à competição (Silva e Pires, 1990).

Com o surgimento dos herbicidas seletivos, capazes de controlar uma população de plantas daninhas sem causar danos à cultura, tornou-se mais fácil a sua utilização. No ano agrícola de 1990 a área de milho tratada com herbicida no Brasil foi de 1.200.000 ha, que correspondeu a 8,99% da área plantada e estima-se que em 1991 a área tenha ultrapassado 10% (Silva, 1993).

### Atrazine

O atrazine (2-cloro-4(etilamina)-6-(isopropilamino)-S-triazina) é um herbicida pertencente ao grupo das triazinas, sendo registrado no Brasil para o controle de plantas daninhas em várias culturas entre elas, o milho. Controla essencialmente espécies de folhas largas anuais, como *Acanthospermum australe*, (carrapicho), *Acanthospermum hispidum* (carrapicho-de-carneiro), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Borreria alata* (erva-quente), *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), etc. Controla também algumas gramíneas anuais, como *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Echinochloa crus-galli* (capim-arroz), etc. A absorção das triazinas é essencialmente radicular e moderadamente foliar, transloca na planta via xilema, acumulando-se nos cloroplastos dos meristemas apicais e das folhas. O mecanismo de ação ocorre pela inibição da fotossíntese,

por impedir a reação de Hill e bloqueio de alguns processos enzimáticos. É mais eficiente em pré do que em pós-emergência. Em pré-emergência requer boa umidade do solo e, em pós-emergência, só atua sobre plantas daninhas em estágio precoce de desenvolvimento (Almeida e Rodrigues, 1988; Lorenzi, 1990).

### Metolachlor

O metolachlor [2-cloro-N-(2-etil-6-metil-fenil)-N-(2-metoxi-1-metiletil) acetamida, pertencente do grupo das cloroacetamidas é registrado no Brasil para controle de plantas daninhas em feijão, cana-de-açúcar, soja e milho. Controla, essencialmente, gramíneas anuais como o *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada) *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), etc. A absorção é principalmente pelo coleoptilo e hipocótilo das plântulas quando atravessam a camada de terra onde se encontra o produto, sendo que a absorção radicular e foliar é inexpressiva. A translocação é predominantemente pelo xilema, com o mecanismo de ação nas regiões meristemáticas, principalmente, na gema terminal do coleóptilo, onde provoca o rompimento das membranas celulares, inibindo a divisão celular, paralisando o crescimento das raízes e da plântula. A aplicação deve ser em pré-emergência das plantas daninhas (Almeida e Rodrigues, 1988).

### Cyanazine

O cyanazine [2-(4-cloro-6-etilamino-1,3,5-triazina-2-ilamino)-2-metilpropionitrila], pertence ao grupo das triazinas. No Brasil foi registrado para as culturas de algodão, café, cana-de-açúcar, soja e milho, sendo mais eficaz no controle de plantas daninhas de folhas largas do que de gramíneas. Pode ser aplicado em pré ou pós-emergência das plantas daninhas. Em pós-emergência, deve ser aplicado no início do desenvolvimento das infestantes. O *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) e outras gramíneas, são pouco suscetíveis ao cyanazine (Lorenzi, 1990). A translocação é via xilema, acumulando-se nos meristemas apicais e nas folhas, é um inibidor fotossintético, impedindo a reação de Hill, não atua na germinação de sementes, as plântulas emergem, tornam-se cloróticas e depois morrem.

### Simazine

O simazine (2-cloro-4,6-bis-etilamino-S-triazinas) é um herbicida pertencente ao grupo das triazinas, registrado para as culturas de milho, cana-de-açúcar, cacau, etc. Controla essencialmente gramíneas anuais e algumas folhas largas. Deve ser aplicado em pré-emergência das plantas daninhas, controlando com eficiência *Acanthospermum hispidum* (carrapicho-de-carneiro), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Borreria alata* (erva-quente),

*Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), etc. Não é recomendado para aplicação em pós-emergência das infestantes. A absorção é radicular, translocação pelo xilema, e o mecanismo de ação é através da inibição da fotossíntese, inibindo a reação de Hill (Almeida e Rodrigues, 1988).

### Paraquat

O paraquat [1,1'-dimetil-4,4'bipiridíon ion (dicloreto)], pertence ao grupo dos biperidílios. É usado exclusivamente em pós-emergência, uma vez que este herbicida é tão fortemente adsorvido quando entra em contato com o solo, não apresenta nenhuma atividade pré-emergentes. A absorção pelas partes verdes das plantas ocorre rapidamente e na presença da luz não há translocação agindo inteiramente por contato. Entretanto quando aplicado em plantas colocadas no escuro, o paraquat pode apresentar movimento pelo xilema. É recomendado para o controle das plantas daninhas que emergiram entre o último preparo do solo e a semeadura, bem como no manejo das plantas daninhas no plantio direto e, também, em jato dirigido em algumas culturas anuais e perenes. O paraquat tem a capacidade de receber elétrons do fotossistema I da fotossíntese e tornar-se um radical livre. Os radicais livres de paraquat não são entretanto a causa do rompimento de membranas celulares e danos ao tecido vegetal. Os radicais livres de paraquat são instáveis e rapidamente se ortoxidam e retornam a forma de íon. Durante o processo de auto-

oxidação, radicais superóxidos são formados a partir de oxigênio molecular. Por sua vez, os radicais superóxidos através da ação da enzima superóxido dismutase (SOD), podem dar origem ao peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Radicais superóxidos e peróxidos de hidrogênio podem ainda reagir entre si e formar radicais hidróxidos que são os mais potentes oxidante biológicos. Estes radicais oxidantes rapidamente iniciam o processo de peroxidação de lipídios das membranas celulares, causando o rompimento das mesmas. Em decorrência do rompimento das membranas, o líquido celular é derramado nos intervalos celulares, causando necrose e morte do tecido atingido.

#### Mistura formulada

Pesquisa conduzida por Durigan, Negrine e Leite (1984) avaliou a eficiência das misturas formuladas com butylate + cyanazine e atrazine + metolachlor em várias doses, aplicados em pré-plantio incorporado e pré-emergência. Os resultados indicaram que a mistura atrazine + metolachlor, na dosagem de 1,2 + 1,8 kg/ha, foi a mais eficiente no controle de *Portulaca oleracea*, *Digitaria horizontalis*, *Acanthospermum hispidum*, *Cenchrus echinatus* e *Eleusine indica*. Rossi, Rios e Mondo (1984) obtiveram controle superior a 98% na Argentina das espécies *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Datura ferax* e *Digitaria sanguinalis*, com as misturas dos herbicidas alachlor + atrazine, metolachlor + atrazine, e MON 09 + atrazine.

As misturas formuladas em kg/ha de i.a. de alachlor + atrazine (1,56 + 1,56), (2,0 + 2,08), (2,6 + 2,6); trifuralin + simazine (1,08 + 1,08), (1,56 + 2,4); alachlor + trifuralin (3,2 + 2,4); trifuralin + atrazine (1,8 + 1,80), (1,56 + 2,4) e trifuralin a 2,8, aplicados um dia após a semeadura do milho, apresentaram níveis de controle de 95 a 100% em relação a testemunha sem capina, cuja infestação predominante era de *Cenchrus echinatus*, em avaliações realizadas aos 45 e 86 dias após à aplicação (Fornarolli e Chehata, 1991).

Costa et al. (1991) estudaram diferentes misturas formuladas de alachlor + atrazine (1,56 + 1,56) e (2,08 + 2,08); atrazine (2,08); alachlor (2,4); atrazine + óleo vegetal (2,08 + 1,8) e (3,2 + 2,4) e atrazine + simazine (2,0 + 2,0) respectivamente em kg/ha de i.a., aplicados em pós-emergência em *Brachiaria plantaginea*, no estágio de uma folha e dois perfilhos, *Commelina virginica*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea aristolochiaefolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Emilia sonchifolia*, todas nos estádios de 2 a 6 folhas, apresentaram 100% de controle para as dicotiledôneas, desde os 13 até aos 124 dias após a aplicação, exceto para o alachlor isolado. Para a *Brachiaria plantaginea*, observou-se que o atrazine, quando misturado com o alachlor, teve controle de 85%.

Ensaio conduzido em Borborema, SP, em solo de textura arenosa, utilizando-se a mistura dos herbicidas nas doses em kg/ha de i.a. de trifuralin + alachlor (1,5 + 2,0), (1,8 + 2,4), (2,1 + 2,4), (2,4 + 2,8) e (3,6 + 4,8); trifuralin + diuron (1,42 + 1,2), (2,13 + 1,44), (2,49 + 2,8) e (4,27 + 2,88);

alachlor (2,4) e diuron (2,88), aplicados em pré-emergência, controlaram de 90 a 100% as espécies *Digitaria horizontalis*, *Sida cordifolia* e *Portulaca oleracea* (Chehata e Braz, 1991).

As misturas formuladas de atrazine + simazine em pré-emergência (1,5 + 1,5) l/ha e em pós-emergência (2,0 + 2,0) l/ha, com óleo mineral (3,0) l/ha, atrazine em pré e pós-emergência (3,25) l/ha com óleo mineral e atrazine + metolachlor em pré-emergência (1,4 + 2,1) l/ha, apresentaram na cultura do milho controle superior a 95% de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Cyperus esculentus* (tiriricão), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Parthenium hysterophorus* (losna-branca) e *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), conforme observações de Alcantara, Souza e Alves (1993).

Pesquisa conduzida por Silva, Pacheco e Oliveira (1993), em milho de pipoca, mostrou que as misturas formuladas atrazine + metolachlor (1,2 + 1,8) kg/ha de i.a., atrazine + alachlor (1,44 + 2,4) kg/ha i.a., atrazine + simazine (1,5 + 1,5) kg/ha i.a. e cyanazine + simazine (2,0 + 2,0) kg/ha de i.a., aplicados em pré e pós-emergência, não diferiram entre si no controle da poaia-branca, erva-quente e capim-pé-de-galinha. As misturas formuladas a base de atrazine + metolachlor e atrazine + alachlor, foram mais eficientes em pré-emergência no controle do capim-marmelada, capim-colchão e do capim-carrapicho. A mistura atrazine + simazine foi mais eficiente no controle destas plantas daninhas, quando aplicadas em pós-emergência. A mistura cyanazine + simazine foi eficiente em pós-emergência no controle do capim-

colchão e capim-marmelada e completamente ineficiente no controle do capim-carrapicho, sendo a espécie mais tolerante aos herbicidas testados.

Em outro ensaio, Silva e Baldez (1993) trabalharam com a mistura formulada de atrazine + metolachlor aplicada em pós-emergência, nas doses de (1,0 + 1,5), (1,2 + 1,8), (1,4 + 2,1) e (2,4 + 3,6) kg/ha de i.a., e atrazine formulado com óleo (2,4) kg/i.a., aplicados nos estádios de duas a quatro folhas da cultura do milho. A mistura atrazine + metolachlor, independentemente das doses ou da época de aplicação, foi eficiente no controle de "*Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada). Nas mesmas doses testadas, a ação da mistura de herbicidas sobre *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), particularmente no estágio de três folhas, só foi eficiente na dose máxima (2,4 + 3,6) kg/ha do ingrediente ativo. A atrazine + metolachlor foi eficiente no controle de *Bidens pilosa* (picão-preto) e da *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), com resultados semelhantes à ação dos tratamentos à base de atrazine + óleo. Os parâmetros de população final, diâmetro do colmo e rendimento de grãos, nos tratamentos com herbicidas, não diferiram da testemunha capinada.

Objetivando verificar injúrias causadas por herbicidas em milho na fase inicial da cultura, Ferreira, Magalhães e Silva (1993) observaram que a aplicação de cyanazine + simazine (2,0 + 2,0) kg/ha de i.a., aplicados no estágio de quatro folhas, não causaram diferenças na altura de planta, área foliar e peso da matéria seca da planta de milho em relação à testemunha. Quando

aplicado no estágio de seis folhas, houve injúrias na planta, com diferença para altura de planta e peso de matéria seca, sendo que a adição de adjuvante na mistura, ocasionou maior redução no crescimento das plantas, bem como menores valores do peso seco das plantas de milho.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização das áreas experimentais

Os experimentos, em número de quatro, foram conduzidos nos municípios de Lavras e Sete Lagoas, localizados no Estado de Minas Gerais, nos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Em Lavras, os experimentos foram instalados em duas áreas distintas do Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). O município de Lavras está situado na latitude Sul  $21^{\circ} 14'$ , longitude Oeste  $45^{\circ} 00'$  e altitude de 900 metros. O clima da região, conforme Köppen, é classificado como Cwb, com temperatura média anual em torno de  $20^{\circ}\text{C}$  e precipitação de 1300 a 1500 mm (Castro Neto et al., 1980).

Os solos das áreas experimentais são classificados como Latossolo Roxo Distrófico, com textura argilosa, fase Cerrado, de relevo suave ondulado.

Em Sete Lagoas, os dois experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, situado na Zona Metalúrgica, latitude Sul  $19^{\circ} 28'$ , longitude Oeste  $44^{\circ} 15' 08''$  e altitude 732 m. O clima é classificado AW (Köpper), com temperatura média anual de  $22,1^{\circ}\text{C}$  e precipitação média anual em torno de 1340 mm.

O solo onde foram instalados os dois experimentos é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura argilosa, sob vegetação de cerrado, de relevo suavemente ondulado.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados das análises química e física dos solos onde foram conduzidos os experimentos.

### 3.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições.

As parcelas foram constituídas por três tratamentos de épocas de gradagem em relação a semeadura e a aração do solo:

- gradagem realizada 30 dias após a aração, imediatamente antes da semeadura;
- gradagem realizada 15 dias após a aração, com a semeadura do milho efetuada 15 dias após esta gradagem;
- gradagem realizada imediatamente após a aração, com a semeadura do milho feita 30 dias após esta gradagem.

TABELA 1 - Análises química e física de amostras de solo das áreas experimentais. Lavras, nos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93 e em Sete Lagoas, em 1991/1992, Minas Gerais.

CARACTERISTICAS	Valores		
	LAVRAS <sup>1</sup>		SETE LAGOAS <sup>2</sup>
	1991/92	1992/93	1991/92
pH (em H <sub>2</sub> O)	6,1	5,2	5,8
P (ppm)	8,5 B	20,0 M	5,8 B
K <sup>+</sup> (ppm)	49,0 M	69,0 A	82,0 A
Ca <sup>++</sup> (meq./100cc)	3,2 M	2,4 M	2,6 M
Mg <sup>++</sup> (meq./100cc)	1,0 M	0,3 B	0,6 B
Al <sup>+++</sup> (meq./100cc)	0,2 B	0,2 B	0,05B
H <sup>+</sup> + Al <sup>+++</sup> (meq./100cc)	2,6 M	4,5 M	3,4 M
S (meq./100cc)	4,2 M	2,9 M	3,4 M
T (meq./100cc)	6,9 M	7,4 M	6,8 M
V (%)	61,2 M	39,0 B	50,1 M
m (%)	3,2	2,9	4,0
Areia (%)	20,0	21,0	11,0
Limo (%)	21,0	23,0	17,0
Argila (%)	56,0	54,0	64,0
Classe textural	Argilosa	Argilosa	Argilosa

A = Alto; M = Médio; B = Baixo

1. Análise realizada no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Dept<sup>o</sup> de Ciências do Solo da ESAL, Lavras-MG.

2. Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas-MG.

As subparcelas foram constituídas por cinco tratamentos envolvendo diferentes sistemas de controle de plantas daninhas, mais um tratamento testemunha sem o controle das plantas daninhas, totalizando seis tratamentos, conforme descritos abaixo:

- testemunha (sem controle de plantas daninhas);
- cultivo manual com enxada;
- cultivo a tração animal (utilizando-se cultivador equipado com enxadas do tipo "picão" e "asa-de-andorinha");
- cultivo a tração animal (utilizando-se cultivador equipado com enxadas do tipo "picão", e do tipo "bico-de-pato");
- controle químico com herbicida de princípios ativos atrazine + metolachlor;
- controle químico com herbicida de princípios ativos cyanazine + simazine.

Além dos tratamentos acima mencionados, no ano agrícola 1992/93, foi incluído na subparcela um tratamento que foi mantido no limpo durante todo o ciclo da cultura (testemunha no limpo), através de capinas com enxada e arranquio manual.

Em Lavras, o controle mecânico das plantas daninhas, foi realizado aos 30 dias após a emergência do milho. Em Sete Lagoas no ano agrícola 1991/92 foram realizados dois cultivos, um aos quinze e o outro, aos trinta dias após a emergência. No ano agrícola 1992/1993, foi realizada apenas um

cultivo, trinta dias após a emergência do milho. O tratamento de capina manual através de enxada, foi efetuada no mesmo dia dos cultivos à tração animal.

A mistura formulada de atrazine + metolachlor foi aplicada em pré-emergência do milho. Nos tratamentos onde a semeadura foi realizada 15 e 30 dias após a gradagem, foi adicionado à mistura de atrazine + metolachlor o herbicida paraquat, misturados no tanque do pulverizador, adicionando adjuvante. O herbicida a base de cyanazine + simazine foi aplicado em pós-emergência, quando o milho apresentava dois pares de folhas totalmente desdobradas, aos 15 dias da emergência. Nas subparcelas onde havia presença de plantas daninhas foi adicionado adjuvantes à suspensão no tanque do pulverizador.

Cada subparcela foi constituída de quatro linhas de milho de seis metros de comprimento e espaçadas entre si de 0,9 m, e área útil formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade das linhas.

### 3.3 Preparo do solo

Independentemente do local e ano, o preparo do solo na área experimental foi iniciado trinta dias antes da semeadura do milho, com uma aração numa profundidade de aproximadamente 25 cm, e uma gradagem, com grade destorroadora-niveladora. A gradagem foi realizada nas parcelas de acordo com os tratamentos estabelecidos, ou seja; logo em seguida da aração, 15 e 30 dias após a aração (Tabela 2).

TABELA 2 - Cronograma de execução do preparo do solo e datas de semeadura dos experimentos conduzidos em diferentes locais, em dois anos agrícolas.

Local	Preparo do Solo		Data de Semeadura
	Ano Agrícola	Aração	
Lavras	1991/92	16/10	16/10
			31/10
			14/11
	1992/93	27/10	27/10
		11/11	
		25/11	
Sete Lagoas	1991/92	05/11	06/11
			21/11
			05/12
	1992/93	07/10	19/10
		03/11	
		17/11	

A aração foi realizada com arado de três discos de 28 polegadas de diâmetro. Em Lavras, a gradagem foi feita utilizando-se grade de quatro secções em tandem, composta de 22 discos de 18 polegadas, acoplada aos três pontos do sistema hidráulico do trator. Em Sete Lagoas, foi utilizado grade com 28 discos de 18 polegadas, do tipo off-set.

### 3.4 Semeadura, adubação e cultivar

A operação de semeadura foi efetuada imediatamente após o término do preparo do solo, que coincidiu com a gradagem reali-

zada 30 dias após a aração. No Tabela 2 encontram-se as datas de semeadura nos dois locais e anos agrícolas. A semeadura foi feita mecanicamente, utilizando-se uma semeadora-adubadora de 4 linhas, a qual foi regulada para se obter de 6 a 7 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 0,90 m. Em Lavras, a semeadora-adubadora estava equipada com dispositivos de abertura de sulco para adubos e sementes do tipo discos duplos e com enxada sulcadora na frente para proporcionar, com relação à superfície do terreno, uma semeadura em sulco.

A adubação de plantio foi feita em função dos resultados da análise do solo. Em Lavras, utilizou-se na adubação 600 kg/ha da fórmula 4-14-8 + Zn, em Sete Lagoas, nos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93, utilizou-se 300 kg/ha e 400 kg/ha, da fórmula 5-30-15, respectivamente.

A cultivar utilizada foi o híbrido duplo BR 201, que apresenta ciclo precoce.

### 3.5 Desbaste e adubação de cobertura

O desbaste foi efetuado aos vinte dias após a emergência do milho, deixando-se cinco plantas por metro linear. A adubação de cobertura foi realizada na superfície do solo, em uma única vez, aos trinta e cinco dias após a emergência, sendo aplicado nos experimentos conduzidos em Lavras 40 kg/ha de N, na forma de nitrocálcio. Em Sete Lagoas, no experimento conduzido no ano agrícola 1991/92 foi aplicado 40 kg de N/ha e no agrícola 1992/93, 60 kg de N/ha, na forma de uréia.

### 3.6 Aplicação dos herbicidas

Em Lavras, a aplicação dos herbicidas foi feita com pulverizador costal à pressão (CO<sub>2</sub>) constante de 2,8 kgf/cm<sup>2</sup>, munido com barra de quatro bicos leque tipo Quick Jet, com ângulo de abertura de 110° e vazão de 0,3 galão americano/minuto, espaçados de 0,50 m e volume de aplicação de 320 l/ha. Em Sete Lagoas a aplicação foi efetuada com pulverizador do tipo monocicleta com propulsão a CO<sub>2</sub> à pressão constante de 2,75 kgf/cm<sup>2</sup>, equipado com barra de oito bicos leque do tipo APJ 110.R, espaçados 0,50 m e volume de aplicação de 350 l/ha. No Tabela 3 encontram-se as dosagens e épocas de aplicação dos herbicidas nos experimentos de Lavras e Sete Lagoas.

TABELA 3 - Cronograma de execução de aplicação de herbicidas em diferentes locais e anos agrícolas.

Princípio ativo	Dosagem (kg/ha) i.a.	Época de aplicação			
		Lavras		Sete Lagoas	
		91/92	92/93	91/92	92/93
Atrazine + metolachlor <sup>(1)</sup>	3,0	14/11	25/11	05/12	17/11
Paraquat <sup>(2)</sup>	0,4	14/11	25/11	05/12	17/11
Cyanazine + simazine <sup>(3)</sup>	3,2	29/11	10/12	26/12	02/12

i.a. = ingrediente ativo

1. primavera    2. gramoxone    3. blazina

### 3.7 Avaliações realizadas

#### 3.7.1 População de plantas daninhas

O levantamento da população de plantas daninhas foi realizado aos quarenta e cinco dias após a emergência e no florescimento do milho, contando-se as plantas daninhas presentes em cada subparcela. A amostragem foi feita utilizando-se um retângulo de madeira com dimensões de 1,0 x 0,5 m, lançado aleatoriamente por duas vezes na área útil da subparcela. As plantas daninhas presentes dentro do retângulo eram quantificadas e classificadas, com o resultado expresso em número de plantas/m<sup>2</sup>.

#### 3.7.2 Peso de matéria seca das plantas daninhas

Após a última contagem do número de plantas daninhas, realizada no florescimento do milho, as plantas daninhas, presentes dentro do retângulo, foram cortadas ao nível do solo e acondicionadas em sacos de papel. A seguir foram levadas para estufa com circulação forçada de ar a 70°C, permanecendo até atingirem peso constante, utilizando-se balança com precisão de 0,01 g.

### 3.7.3 Cobertura do solo pelas plantas daninhas

A porcentagem de cobertura do solo pelas plantas daninhas foi determinada na época do florescimento do milho, realizada através de observação visual na área de cada subparcela.

### 3.7.4 Altura de planta

No ano agrícola 1991/92 a altura das plantas de milho foi determinada aos quarenta e cinco dias após a emergência, medindo-se com régua graduada a distância entre o nível do solo até a inserção do limbo foliar da última folha completamente desenvolvida. Em 1992/93, a altura de planta foi determinada no florescimento, medindo-se a distância do nível do solo até a inserção da folha bandeira. Nesta avaliação tomou-se dez plantas ao acaso na bordadura das subparcelas.

### 3.7.5 Diâmetro do colmo

O diâmetro de colmo foi determinado utilizando-se as mesmas dez plantas usadas na avaliação de altura, medindo-se com paquímetro a região mediana do terceiro nó a partir do nível do solo.

### 3.7.6 Peso da matéria seca da planta de milho

Após a determinação da altura de planta e diâmetro de colmo, as dez plantas foram cortadas ao nível do solo para determinar o peso da matéria seca. Para esta determinação, as plantas foram trituradas em triturador elétrico, pesando-se em seguida o volume da massa verde. Deste volume foi retirado uma amostra em torno de 300 gramas que foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até atingir peso constante. O peso da matéria seca total das plantas foi calculado pela extrapolação dos valores obtidos na amostra de 300 gramas, com os resultados expressos em g/planta.

### 3.7.7 Teor de nutrientes nas folhas de milho

Os teores de nutrientes nas folhas foram determinados no laboratório de nutrição mineral de plantas da ESAL. A amostragem do material seguiu a recomendação de Malavolta, Vitti e Oliveira (1989), colhendo-se no aparecimento da inflorescência feminina a primeira folha abaixo da espiga. Foram coletadas dez folhas ao acaso por tratamento. O material colhido foi lavado, seco em estufa a 70°C e moído para serem analisados os teores de macro e micronutrientes. O teor de N foi determinado pelo método Kjeldhal, o P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, B, Mn e Zn através de digestão nitroperclórico.

### 3.7.8 Rendimento de grãos e índice de espiga

A colheita foi realizada manualmente, arrancando-se as espigas da área útil da subparcela e colocando-as em sacos devidamente etiquetados. Para a debulha, utilizou-se em Lavras um debulhador de espiga manual e em Sete Lagoas, um elétrico. Após a debulha, os grãos inerentes a cada tratamento foram pesados, e em seguida determinado o teor de água e os rendimento em kg/ha, os quais corrigidos para um teor de água para 13%.

O índice de espiga foi calculado dividindo-se o número total de espigas da área útil da subparcela pelo número de plantas.

### 3.7.9 Peso de 1000 grãos

O peso de 1000 grãos foi determinado tomando-se ao acaso quatro amostras de 1000 grãos, por tratamento, que foram pesados em balança de precisão de 0,01 g, corrigindo-se o teor de água dos grãos para 13%.

## 3.8 Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados, inicialmente, em cada local e ano. Para as características de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de 1.000 grãos, foram feitas análises conjuntas dos locais por cada ano. Já para os teores de nutrientes nas folhas do milho, a análise conjunta foi feita entre anos por local. Para as demais características ela foi

efetuada envolvendo os anos e locais, utilizando-se a metodologia apresentada por Cochram e Cox (1975), e Gomes (1985).

Devido o tratamento testemunha no limpo ter sido introduzido apenas no ano agrícola 1992/93, não foi considerada nas análises conjuntas envolvendo locais e anos. Para a análise de variância de peso de matéria seca das plantas daninhas, não foi incluído o tratamento testemunha sem capina, em razão de apresentar valores muito acima dos demais tratamentos.

As análises de variância individuais foram realizadas tendo como modelo matemático:

$$Y_{jik} = m + G_i + b_j + (Gb)_{ij} + C_k + (CG)_{ik} + e_{ijk}$$

onde:

$Y_{ijk}$  : valor observado na subparcela que recebeu os cultivos  $k$ , nas épocas de gradagem  $i$ , no bloco  $j$ ;

$m$  : média geral;

$G_i$  : efeito da época de gradagem  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$b_j$  : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ );

$(Gb)_{ij}$  : efeito do erro associado à parcela que recebeu gradagens na época  $i$ , no bloco  $j$ ;

$C_k$  : efeito dos cultivos  $k$ , sendo  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  (no ano agrícola 1991/92),  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  (no ano agrícola 1992/93);

$(GC)_{ik}$  : efeito da interação época de gradagem  $i$  com os sistemas de cultivo  $K$ ;

$e_{ijk}$  : efeito do erro associado a subparcela que recebeu os cultivos  $k$ , no bloco  $j$ .

Para análise de variância conjunta de ano dentro de locais foi utilizado o seguinte modelo matemático.

$$Y_{wijk} = m + L_w + b_{j(w)} + G_{i(w)} + (LG)_{wi} + (LbG)_{wji} + C_{k(w)} + (LC)_{wk} + (CG)_{ik} + (LGC)_{wik} + e_{wijk}$$

onde:

$J_{wijk}$  : valor observado na subparcela que recebeu os cultivos  $k$ , nas épocas de gradagem  $i$ , no bloco  $j$ , no local  $w$ ;

$m$  : média geral

$L_w$  : efeito do local  $w$ , sendo  $w = 1, 2$ ;

$b_{j(w)}$  : efeito do bloco  $j$ , dentro do local  $w$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ );

$G_{i(w)}$  : efeito da época de gradagem  $i$ , no local  $w$ , sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$(LG)_{wi}$  : efeito da interação do local  $w$  com épocas de gradagem  $i$ ;

$(LbG)_{wji}$  : efeito do erro associado à parcela que recebeu a gradagem na época  $i$ , no bloco  $j$  do local  $w$ ;

$C_{k(w)}$  : efeito dos cultivos  $k$ , no local  $w$ , sendo  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  (no ano agrícola 1991/92),  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  (no ano agrícola 1992/93);

$(LC)_{wk}$  : efeito da interação do local  $w$  com os cultivos  $K$ ;

$(GC)_{ik}$  : efeito da interação das épocas de gradagem  $i$  com os cultivos  $k$ ;

$(LGC)_{wik}$  : efeito da interação das épocas de gradagem  $i$  com os cultivos  $k$ , no local  $w$ ;

$e_{wijk}$  : efeito do erro associado à subparcela que recebeu os cultivos  $k$ , no bloco  $j$  no local  $w$ .

Para análise de variância conjunta envolvendo os anos e locais, utilizou-se o seguinte modelo matemático.

$$Y_{hwijk} = m + A_h + L_w + (AL)_{hw} + b_j(hw) + G_i + (AG)_{hi} + (LG)_{wi} + (ALG)_{hwi} + C_k + (AC)_{hk} + (AC)_{hk} + (LC)_{wk} + (GC)_{ik} + (ALC)_{hwk} + (AGC)_{hik} + (LGC)_{wik} + (ALGC)_{hwik} + e_{hwijk}$$

onde:

- $Y_{hwijk}$  : valor observado na subparcela que recebeu os cultivos k, na época de gradagem i, no bloco j, no local w, no ano h;-
- m : média geral;
- $A_h$  : efeito do ano h, sendo h = 1, 2;
- $L_w$  : efeito do local w, sendo w = 1, 2;
- $(AL)_{hw}$  : efeito do ano h com o local w;
- $b_j(hw)$  : efeito do bloco j, dentro do ano h, no local w; (j = 1, 2, 3, 4);
- $G_i$  : efeito da época de gradagem i = 1, 2, 3;
- $(AG)_{hi}$  : efeito da interação do ano h com época de gradagem i;
- $(LG)_{wi}$  : efeito do local w com a época de gradagem i;
- $(ALG)_{hwi}$  : efeito da interação do ano h, com o local w, com época de gradagem i;
- $(ALGb)_{hwji}$  : efeito do erro associado à parcela que recebeu gradagem na época i, no bloco j, do local w, no ano h;

- $C_k$  : efeito dos cultivos  $k$ , sendo  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$   
(no ano agrícola 1991/92),  $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$   
(no ano agrícola 1992/93);
- $(AC)_{hk}$  : efeito da interação do ano  $h$  com os cultivo  $k$ ;
- $(LC)_{wk}$  : efeito da interação do local  $w$  com os cultivos  $k$ ;
- $(GC)_{ik}$  : efeito da interação da época de gradagem  $i$  com os  
cultivos  $k$ ;
- $(ALC)_{hwk}$  : efeito da interação do ano  $h$ , com local  $w$ , com  
cultivos  $k$ ;
- $(AGC)_{hij}$  : efeito da interação do ano  $h$ , com época de gradagem  
 $i$ , com os cultivos  $k$ ;
- $(LGC)_{wik}$  : efeito da interação do local  $w$ , com época de gradagem  
 $i$ , com os cultivos  $k$ ;
- $(ALGC)_{hwik}$  : efeito da interação do ano  $h$ , no local  $w$ , com época  
de gradagem  $i$ , com os cultivos  $k$ ;
- $e_{hwjk}$  : efeito do erro associado à subparcela que recebeu os  
cultivos  $k$ , no bloco  $j$ , no local  $w$  do ano  $h$ .

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Lavras, no ano agrícola 1991/92, o experimento foi instalado em área que havia sido calcareada recentemente, apresentando maiores valores de pH, cálcio, magnésio, soma de bases (S) e porcentagem de saturação de bases (V), e menores valores de fósforo e potássio, em comparação ao solo de outra área do Departamento de Biologia da ESAL, onde o experimento foi conduzido em 1992/93. Já em Sete Lagoas, nos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93, os experimentos foram instalados sempre na mesma área e local, cujo análise de solo apresentou valores altos de potássio, médios de cálcio, soma de bases (S) e porcentagem de saturação de bases (V) e baixo valores de fósforo e de magnésio (Tabela 1).

Em relação aos fatores climáticos, na região não há limitações de insolação ou temperatura, assim, o limitante é quase sempre a precipitação pluviométrica. Constatam-se nas Figuras 1 e 2 que a quantidade de chuva durante a execução do experimento foi superior às necessidades da cultura, que está em torno de 600 mm (Magalhães e Paiva, 1993). Em Lavras, a precipitação foi superior a 1.100 mm nos dois anos e, em Sete Lagoas, foi próximo a esse valor, com a menor precipitação (969 mm) ocorrida em 1992/93.

#### 4.1 Infestação de plantas daninhas aos 45 dias da emergência e no florescimento do milho

Os resultados da análise da variância do número total de plantas daninhas determinado aos 45 dias da emergência do milho mostraram diferenças significativas para cultivo e para as interações local x cultivo, ano x cultivo e local x cultivo x ano ( $p \leq 0,01$ ). Na contagem realizada no florescimento, houve interação no local x cultivo ( $p \leq 0,05$ ), conforme Tabela 4. Para esta característica não ocorreu efeito de gradagem nem de interação dos sistemas de cultivo com as épocas de gradagem, indicando que o número de plantas daninhas tiveram comportamento semelhante dentro dos tratamentos, independentes da época de gradagem.

Era esperado que, quanto maior a defazagem entre o momento da aração e gradagem niveladora, em relação à semeadura, maior seria a ocorrência de plantas daninhas. Contudo, é conhecido que a emergência de plantas daninhas depende das condições climáticas e do banco de sementes, que por sua vez, é influenciado pelo manejo do solo e das culturas (Almeida, Rodrigues e Oliveira, 1982, Blanco e Blanco, 1991, Carmona, 1992).

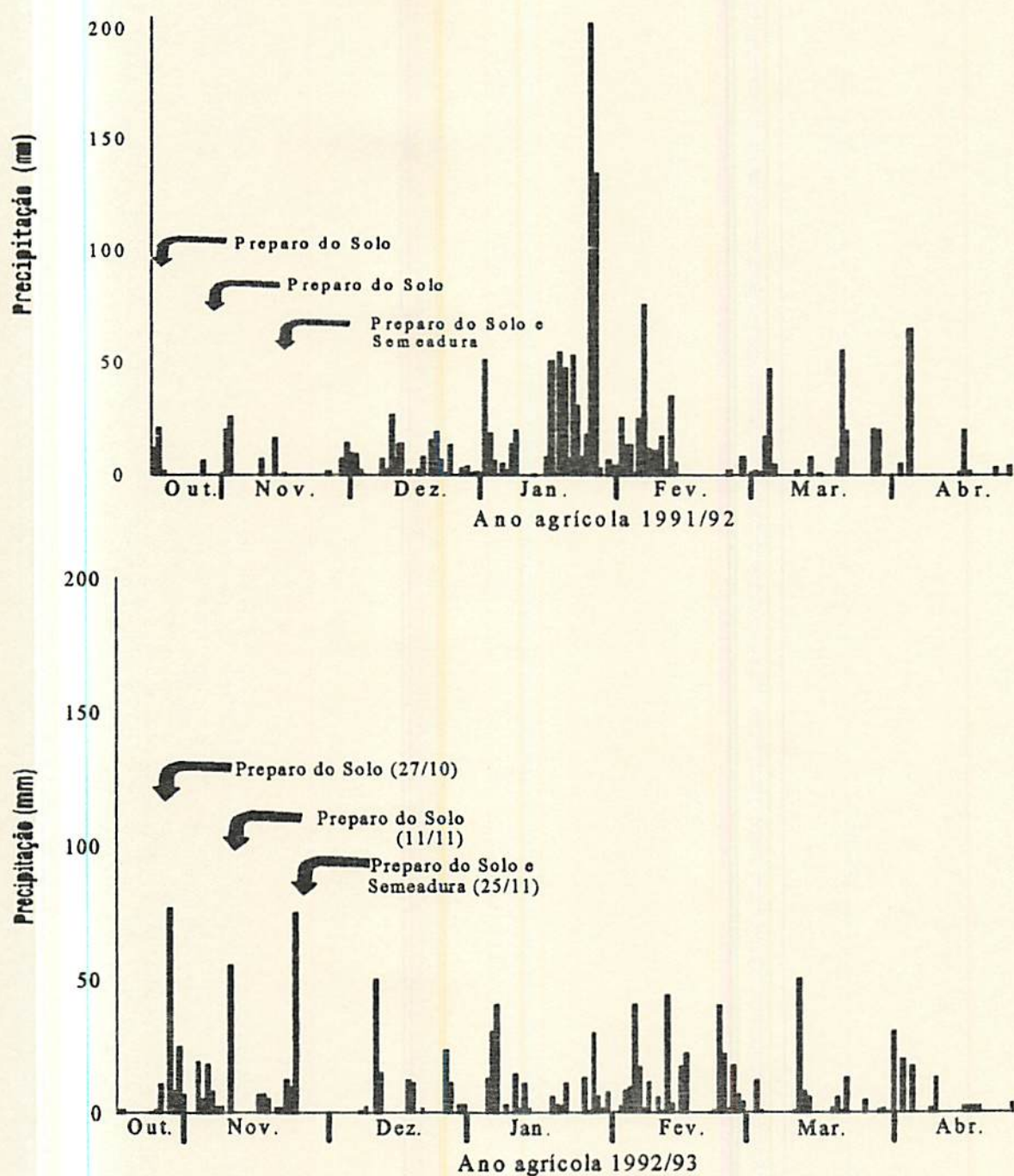


FIGURA 1 - Precipitação pluviométrica total diária (mm) ocorrido durante a condução dos experimentos, em Lavras-MG, no período de outubro a abril dos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

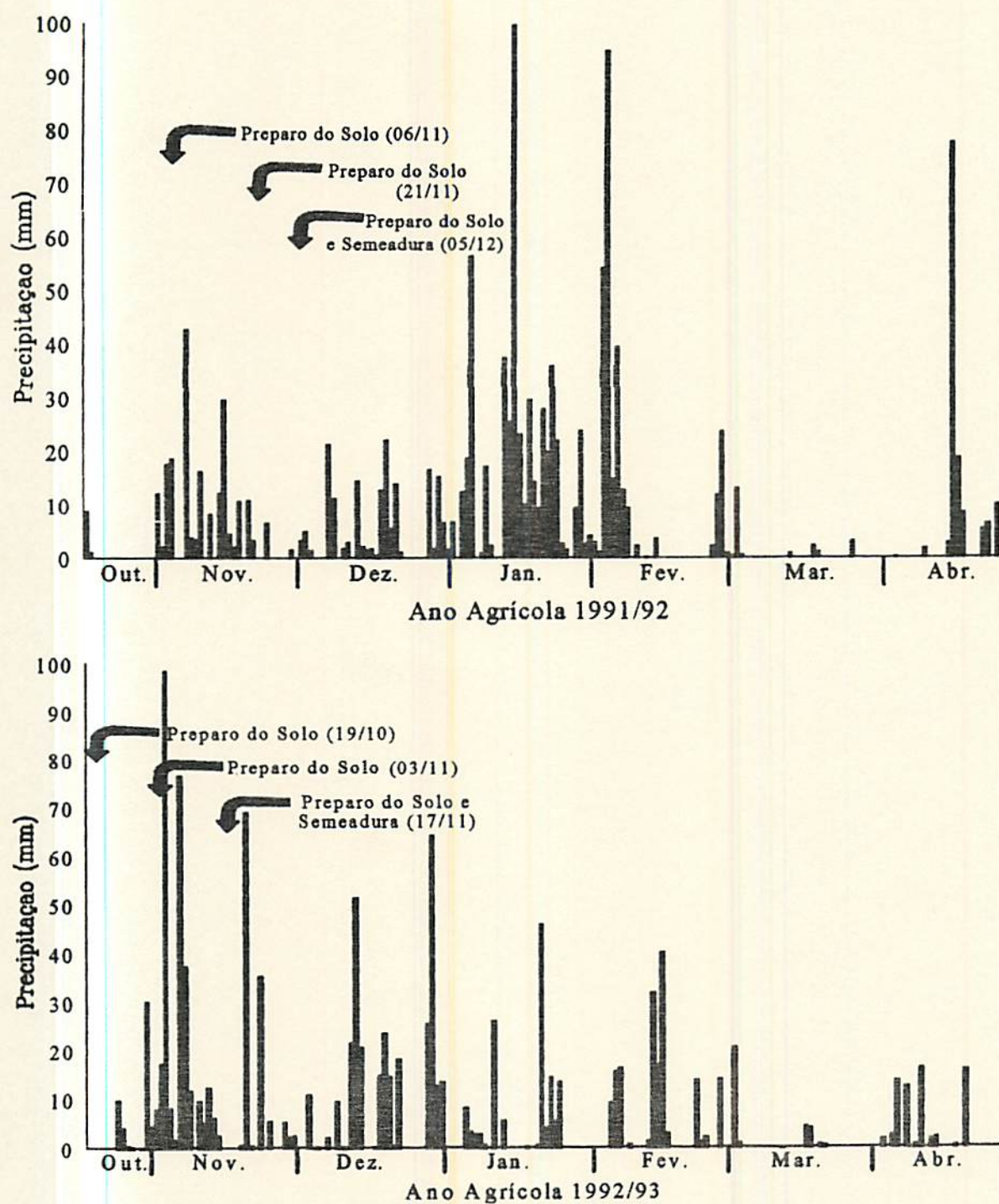


FIGURA 2 - Precipitação pluviométrica total diária (mm) ocorrido durante a condução dos experimentos, em Sete Lagoas-MG, no período de outubro a abril dos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

TABELA 4 - Resumo da análise de variância conjunta do número de plantas daninhas ( $n^{\circ}/m^2$ ), determinado aos 45 dias da emergência e no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Q.M.			
CAUSAS DE VARIAÇÃO			
	G.L.	45 DIAS DA EMERGÊNCIA	NO FLORESCIMENTO
Local (L)	1	0,5017	69,0836*
Ano (A)	1	4,4874	51,6868*
L x A	1	130,2259**	224,7247**
Bloco (L x A)	12	24,2589	24,9642
Gradagem (G)	2	0,1398	49,7326*
A x G	2	8,1827	5,5065
L x G	2	0,7494	15,1904
L x A x G	2	4,4607	49,4811*
Resíduo (a)	24	54,8148	11,5943
Cultivo (c)	5	205,1149**	149,1903**
L x C	5	49,9929**	9,4558*
A x C	5	6,5759**	1,5615
L x A x C	5	4,6055**	1,5719
G x c	10	1,7807	2,2366
L x G x C	10	1,1848	1,4337
A x G x C	10	1,4141	3,1046
L x A x G x C	10	1,2716	3,1593
Resíduo (b)	180	1,0108	3,5894
Média Geral		4,22	8,82
CV (a)%		15,13	15,75
CV (b)%		23,8	21,47

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tanto em Lavras, como em Sete Lagoas, as áreas onde foram conduzidos os experimentos são áreas utilizadas para pesquisa, sendo normalmente cultivadas duas vezes ao ano. O preparo do solo, aliado ao sistema de rotação de culturas e controle de plantas daninhas, deve ter contribuído para diminuir o número de sementes que é adicionado ao solo pelas infestantes com o decorrer do tempo.

Analisando os resultados mostrados na Tabela 5, verifica-se que o número de plantas daninhas em Lavras, determinado aos 45 dias após a emergência do milho, foi maior em todos os tratamentos no ano agrícola 1991/92, em relação ao ano de 1992/93, diferindo estatisticamente entre si. A composição florística, em ambos anos agrícolas, era predominantemente de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch (capim-marmelada), *Digitaria horizontalis* Willd (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho), *Ageratum conyzoides* L. (mentrasto), *Richardia brasiliensis* Gomez (poaia-branca), *Emilia sonchifolia* D.C. (falsa serralha), *Portulaca oleracea* L. (beldroega) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto).

Entre as espécies identificadas, o capim-marmelada e o mentrasto foram, respectivamente, as plantas daninhas de folha estreita e folha larga de maior ocorrência.

Em Sete Lagoas, observou-se maior número de plantas daninhas em 1992/93 do que 1991/92, com exceção da testemunha, sendo esta diferença significativa (Tabela 5). As espécies infestantes na área eram o capim-carrapicho, capim-colchão, *Eleusine indica* (L.) Gaertn (capim-pé-de-galinha), poaia-branca,

TABELA 5 - Número médio de plantas daninhas avaliadas aos 45 dias da emergência do milho, sob diferentes sistemas de cultivos. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CULTIVOS	Nº DE PLANTAS/m <sup>2</sup>					
	LAVRAS			SETE LAGOAS		
	1991/92	1992/93	Média	1991/92	1992/93	Média
Testemunha	56,6 aA	25,7 aB	41,1	105,1 aA	86,8 aB	96,0
Enxada	36,3 bA	19,4 bB	27,8	4,1 bB	24,1 bA	14,1
Cultivador asa-de-andorinha	26,2 bA	15,7 bB	20,9	5,7 bB	19,4 bA	12,6
Cultivador bico-de-pato	34,5 bA	14,3 bB	24,9	5,2 bB	16,5 bcA	10,8
Atrazime + metolachlor	5,2 cA	1,9 cB	3,6	3,3 bA	2,6 dA	5,4
Cyanazine + simazine	10,2 cA	2,2 cB	6,2	5,9 bB	11,5 cdA	8,7
Média	28,2	13,4		21,6	27,6	

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Borreria alata** DC. (erva-quente), **Acanthospermum hispidum** DC. (carrapicho-de-carneiro), mentrasto, picão-preto, **Nicandra physaloides** (L.) Pers (joá-de-capote), **Senna tora** (L) Roxb. (fedegoso e **Sida rhombifolia** L. (guanxuma).

O maior número de plantas daninhas verificado em Lavras no ano agrícola 1991/92 (Tabela 5), pode ser atribuído à maior número de infestantes presentes na área, em relação a outra área onde o experimento foi conduzido em 1992/93. Pesquisa conduzida na área experimental do Departamento de Biologia da ESAL, avaliando-se o tamanho, composição de espécies e variabilidade temporal do banco de sementes, mostrou que o número de plantas

daninhas emergidas de sementes encontradas em amostras de solo, coletadas até 20 cm de profundidade, variou de 10.166 a 180.190 indivíduos/m<sup>2</sup> (Freitas, 1990).

O menor número de plantas daninhas observado em Sete Lagoas em 1991/92, nos tratamentos com cultivos mecânicos, pode ter sido influenciado pela realização de dois cultivos, aos 15 e 30 dias após a semeadura de milho, contra apenas um cultivo em 1992/93. Outro fator, foi a maior seletividades das plantas daninhas ao herbicida formulado à base de cyanazine + simazine.

Ao comparar os resultados nas Tabelas 5 e 6, verifica-se que o número médio de plantas daninhas por metro quadrado, aos 45 dias da emergência e no florescimento do milho, foi afetado pelos diferentes tratamentos em Lavras e Sete Lagoas. A testemunha apresentou o maior número de plantas daninhas nos dois locais, nas duas épocas de avaliações. O maior número de plantas daninhas neste tratamento já era esperado, uma vez que não houve controle das infestantes. Porém, nos experimentos conduzidos em Lavras, as médias dos tratamentos de cultivos com enxada e cultivadores a tração animal, não diferiram do tratamento testemunha, na época do florescimento do milho (Tabela 6).

Este comportamento pode ser devido à utilização, em Lavras, de uma semeadora-adubadora equipada com sulcador na frente de cada carro de semeadura. A máquina, ao movimentar-se, abre sulcos em torno de 20 cm de largura na superfície, com 10 cm de profundidade, com as sementes de milho sendo depositadas 4 a 5 cm abaixo desta profundidade. Na abertura do sulco, o solo removido, juntamente com as plantas daninhas presentes na linha



TABELA 6 - Número médio de plantas daninhas/m<sup>2</sup>, avaliadas no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Cultivos	Número de plantas daninhas/m <sup>2</sup>							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	129,5	121,6	127,5	126,2a	144,6	119,4	117,5	127,2a
Enxada	101,6	95,8	83,4	93,6ab	86,9	77,1	64,8	76,2b
Cultivador asa-de-andorinha	106,6	90,6	87,2	94,8ab	78,8	69,2	67,6	71,9b
Cultivador bico-de-pato	111,4	92,0	86,8	96,7ab	78,4	62,6	62,7	67,9bc
Atrazine + metolachlor	69,8	60,2	58,4	62,8bc	51,6	41,8	24,9	39,4cd
Cyanazine + simazine	56,9	48,1	58,1	54,3c	25,9	30,8	31,4	29,3d
Média	95,9	84,7	83,6		77,7	66,8	61,4	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

de semeadura, foi colocado nas entrelinhas, cobrindo as infestantes. Ao final da semeadura, não havia diferença visual entre as parcelas que permaneceram em pousio 0, 15 e 30 dias, ou seja, a máquina controlou a primeira infestação de plantas daninhas emergidas na área. O mesmo foi observado por Antuniassi (1991).

Quando os tratamentos de controle de plantas daninhas com enxada e cultivadores a tração animal foram realizados aos 30 dias da semeadura do milho, existia baixa infestação, mesmo nos tratamentos testemunhas. Desta forma, infere-se que a maior reinfestação das plantas daninhas ocorreu a partir do trigésimo dia da semeadura do milho. Como o controle mecânico das

infestantes não tem efeito residual, a emergência das plantas ficou na dependência das condições climáticas e do banco de sementes existentes no solo das subparcelas que receberam os tratamentos. Esses resultados confirmam àqueles obtidos por Zimdahl (1980).

Por outro lado, nos tratamentos com a mistura formulada de atrazine + metolachlor, com adição do herbicida paraquat, nas parcelas gradeadas 30 e 15 dias antes da semeadura do milho, aplicada em pré-emergência, e a de cyanazine + simazine, em pós-emergência, obtiveram-se o menor número de plantas daninhas (Tabela 5 e 6).

Estes resultados mostram o efeito residual dos herbicidas ao longo do tempo sobre as plantas daninhas. As misturas formuladas permitem uma maior ação no seu controle, pois, na fórmula existem produtos mais eficientes no controle de gramíneas (metolachlor e simazine) e de dicotiledôneas (atrazine e cyanazine), conforme observações de Almeida e Rodrigues (1988) e Lorenzi (1990). Resultados semelhantes foi obtido por Benez (1990) onde as parcelas tratadas com 2,4-D + paraquat apresentaram menor número de plantas daninhas, em relação ao controle mecânico, em todos os sistemas de preparo de solo estudado.

O controle das plantas daninhas, com ou sem a movimentação do solo, pode alterar a comunidade infestante da área. Blanco e Blanco (1991) observaram que, quando o primeiro fluxo de germinação das infestante no mês de outubro foi destruído sem revolvimento do solo, através de uso de herbicidas, a sementeira de capim-marmelada, picão-preto, *Amaranthus viridis*

L. (caruru) e *Sonchus oleraceus* L. (serralha) representaram cerca de 90 a 95% do total emergido no período de outubro a abril. Para o *Rhynchelitrum roseum* (Ness) Stapf. (capim-favorito), *Galinsoga parviflora* Cav. (picão-branco) e beldroega, essa emergência correspondeu a 80, 70 e 65% do total respectivamente.

O controle mecânico de plantas daninhas apresentou número intermediário de infestantes, não diferindo entre si. Embora, em Sete Lagoas, no ano agrícola 1991/92, também não diferiu dos tratamentos com herbicidas (Tabela 5). Este comportamento pode ser atribuído à realização de dois cultivos, aos 15 e 30 dias após a semeadura do milho, contra apenas um cultivo em 1992/93.

Em Lavras, na contagem realizada na época de florescimento do milho, o número de plantas daninhas nos tratamentos de controle mecânico, não diferiram da testemunha (Tabela 6), devido provavelmente ao efeito da semeadora-adubadora, conforme já comentado.

Os cultivos mecânicos, elimina-se as plantas daninhas emergidas, porém, não há efeito residual sobre as sementes que não germinaram. O próprio revolvimento do solo, no momento dos cultivos, pode colocar as sementes das plantas daninhas próximas da superfície do solo, onde as condições externas são mais favoráveis à germinação (Roberts e Potter, 1980). Pesquisa conduzida por Blanco e Blanco (1991) mostrou que a eliminação de plantas daninhas com enxada rotativa, estimulou a emergência de picão-preto, caruru, capim-favorito, capim-pé-de-galinha e capim-carrapicho.

O número médio de plantas daninhas por metro quadrado, obtido no florescimento do milho, nos dois locais, no tratamento testemunha, está próximo do encontrado por Sales (1991), que foi de 66 e 142 plantas, aos 50 dias após a emergência de milho. Porém, foram menores que aqueles obtidos por Blanco, Oliveira e Araújo (1973), com 742 plantas/m<sup>2</sup>.

#### 4.2 Peso de matéria seca de plantas daninhas

A análise de variância do peso de matéria seca das plantas daninhas, determinado no florescimento do milho, apresentou diferenças significativas para cultivo e para todas as interações envolvendo ano, local, cultivo e épocas de gradagens ( $P \leq 0,01$ ), como mostra a Tabela 7.

De um modo geral, o controle das plantas daninhas através do cultivo manual com enxada e com herbicida à base de atrazine + metolachlor, foram eficientes tanto em Lavras como em Sete Lagoas, nos dois anos agrícolas, independentes das épocas de gradagens, proporcionando menores pesos de matéria seca (Tabela 8).

O bom desempenho do cultivo manual com enxada deve-se ao controle das infestantes nas linhas e entrelinhas da cultura, independente do estágio de desenvolvimento das mesmas, além de apresentar pouca rebrota, em função do deslocamento do mato pela enxada durante a capina, principalmente, quando realizada em dias ensolarados.

TABELA 7 - Resumo da análise de variância conjunta do peso da matéria seca de plantas daninhas ( $g/m^2$ ) determinado no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
		Matéria seca de plantas daninhas
Local (1)	1	15947,92**
Ano (A)	1	16305,64**
L x A	1	4562,48**
Bloco (L x A)	12	136,56
Gradagem (G)	2	9477,22**
L x G	2	4410,58**
L x G	2	2798,57**
L x A x G	2	721,59**
Resíduo (a)	24	123,098
Cultivo (c)	4	4049,73**
A x C	4	2179,98**
L x C	4	2658,07**
A x C x L	4	2122,05**
G x C	8	1430,93**
A x C x G	8	772,21**
L x C x G	8	643,76**
A x L x C x G	8	596,16**
Resíduo (b)	144	160,36
Média Geral		13,42
CV (a)%		90,52
CV (b)%		94,32

\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 8 - Peso médio de matéria seca de plantas daninhas (g/m<sup>2</sup>) determinado no florescimento do milho, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CULTIVO	MATÉRIA SECA DE PLANTAS DANINHAS (g/m <sup>2</sup> )															
	LAVRAS								SETE LAGOAS							
	1991/92				1992/93				1991/92				1992/93			
	Época de gradagem (dias)															
	0	15	30	MÉDIA	0	15	30	MÉDIA	0	15	30	MÉDIA	0	15	30	MÉDIA
Enxada	1,35	1,82	1,76	1,64a	2,07a	1,77a	6,85b	3,56	2,97a	2,95a	7,45b	4,46	5,60a	10,40c	12,06d	9,35
Cultivador asa-de-andorinha	1,45	1,64	1,77	1,63a	2,27a	2,11a	28,60a	11,00	2,12a	16,52a	28,61a	15,75	6,26a	49,29b	85,92c	47,16
Cultivador bico-de-pato	1,82	1,49	1,25	1,52a	2,00a	2,12a	19,96a	8,02	1,87a	12,72a	25,26a	13,28	5,21a	39,78b	65,54b	36,84
Atrazine + metolachlor	0,93	0,96	1,10	1,0a	0,99a	0,90a	1,75b	1,21	1,92a	1,84a	2,80b	2,02	2,05a	3,91c	5,6d	3,85
Cyanazine + simazine	1,17	1,02	1,27	1,15a	1,27a	0,84a	1,08b	1,06	1,62a	10,86a	12,30ab	8,26	4,00a	86,06a	120,04a	70,03
Média	1,35a	1,38a	1,43a		1,72	1,54	11,64		2,00	8,98	15,28		4,62	37,89	57,83	
Testemunha	25,24	26,70	52,05		66,57	83,77	237,59		104,10	283,27	378,02		142,25	396,82	419,96	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pesquisa realizada por Lorenzi (1981) mostrou que uma capina manual com enxada nas linhas e entrelinhas do milho, realizada aos 15 dias após a emergência da cultura, controlou 94 a 97% do capim marmelada, observado aos 100 dias da semeadura.

A eficiência do tratamento com a mistura formulada a base de atrazine + metolachlor no controle das plantas daninhas, independente das épocas de gradagens, já era esperado, uma vez que tem sido longamente utilizado em pré-emergência, em condições de preparo convencional do solo na cultura do milho.

Nas parcelas que foram gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura, a adição do paraquat à mistura, eliminou as plantas daninhas já instaladas no terreno, permanecendo no solo a ação residual do atrazine + metalochlor. Várias pesquisas têm relatado a eficiência do atrazine + metolachlor, com controle acima de 80% em muitas espécies de plantas daninhas, incluindo a maioria das espécies ocorridas na presente pesquisa (Durigan, Negrine e Leite, 1984, Alcantara, Souza e Alves, 1993, e Silva, Pacheco e Oliveira, 1993).

O tratamento com a mistura formulada a base de cyanazine + simazine foi aplicada em pós emergência, com o milho apresentando de 4 a 5 folhas, ocorrendo aos 14 dias da semeadura. Em Lavras, nos dois anos agrícolas, obteve-se bom controle de plantas daninhas, independente das épocas de gradagens, com o peso de matéria seca das infestantes não diferindo dos demais tratamentos, (Tabela 8). A composição florística da parcela foi de capim-marmelada, beldroega, mentrasto, falsa-serralha e picão-preto, nos estádios de 2 a 4 folhas.

Em Sete Lagoas, no ano agrícola 1991/92, houve nas parcelas tratadas com cyanazine + simazine, uma maior ocorrência de erva-quente e poaia-branca, com menor frequência de capim-pê-de-galinha e capim-colchão, que foram controlados pelo herbicida. Em 1992/93 ocorreu uma maior infestação de capim-carrapicho e menor infestação de capim-pê-de-galinha e capim-colchão. Nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura, as plantas daninhas apresentavam de 4 a 6 folhas, com algumas plantas em fase de perfilhamento. Nessas condições, o cyanazine + simazine não foi eficiente no controle dessas espécies, que apresentaram maior peso de matéria seca (86,06 e 120,04), diferindo significativamente dos demais tratamentos. Porém, nas parcelas que foram gradeadas no mesmo dia da semeadura do milho, houve controle das plantas daninhas, cujo peso da matéria seca não diferiu dos outros tratamentos (Tabela 8).

Estas observações podem também ser visualizadas através da porcentagem de cobertura do solo pelas plantas daninhas (Tabela 9 e 10), onde no ano agrícola 1992/93, em Sete Lagoas, as parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura da cultura, tratadas com cyanazine + simazine, apresentaram 50 e 60% de cobertura do solo com infestantes, respectivamente (Tabela 10).

De acordo com Lorenzi (1990) o cyanazine + simazine controla até 95% do capim-carrapicho, capim-pê-de-galinha e capim-colchão, quando aplicado em pré-emergência das invasoras. Em pós-emergência, no estágio inicial das plantas daninhas, o controle cai para menos de 50% e, no estágio mais tardio, não é recomendado.

TABELA 9 - Cobertura do solo por plantas daninhas (%), observado no florescimento do milho, nos diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CULTIVOS	Cobertura do solo (%)					
	LAVRAS					
	1991/92			1992/93		
	Época de gradagem (dias)					
	0	15	30	0	15	30
Testemunha	12,0	14,0	25,0	28,0	35,0	70,0
Enxada	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0
Cultivador asa-de-andorinha	3,0	3,0	2,0	6,0	3,0	32,0
Cultivador bico-de-pato	3,0	2,0	3,0	6,0	5,0	25,0
Atrazine + metolachlor	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0
Cyanazine + simazine	3,0	2,0	2,0	3,0	1,0	3,0

TABELA 10 - Cobertura do solo por plantas daninhas (%), observado no florescimento do milho, nos diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CULTIVOS	Cobertura do solo (%)					
	SETE LAGOAS					
	1991/92			1992/93		
	Época de gradagem (dias)					
	0	15	30	0	15	30
Testemunha	60,0	86,0	94,0	69,0	94,0	96,0
Enxada	5,0	4,0	5,0	6,0	9,0	10,0
Cultivador asa-de-andorinha	3,0	10,0	20,0	5,0	49,0	60,0
Cultivador bico-de-pato	4,0	7,0	17,0	4,0	37,0	50,0
Atrazine + metolachlor	2,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0
Cyanazine + simazine	3,0	8,0	9,0	5,0	50,0	60,0

Em pesquisa conduzida no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, com milho de pipoca, Silva, Pacheco e Oliveira (1993) verificaram que a mistura formulada a base de atrazine + metolachlor (1,2 + 1,8) kg/ha de i.a., e cyanazine + simazine (2,0 + 2,0) kg/ha de i.a., aplicados em pré e pós-emergência, não diferiram entre si no controle de poia-branca, erva-quente e capim-pé-de-galinha. A mistura cyanazine + simazine foi eficiente no controle em pós-emergência do capim-colchão e do capim-marmelada, no estágio de 3 a 4 folhas, mas foi ineficiente no controle do capim-carrapicho.

Os pesos de matéria seca das plantas daninhas nos tratamentos de cultivos à tração animal, diferiram em Lavras somente no ano agrícola 1992/93, com as parcelas gradeadas 30 dias antes da semeadura apresentando maior peso de matéria seca, com diferenças significativas dos demais tratamentos (Tabela 8). Esta menor eficiência dos cultivadores à tração animal no controle das plantas daninhas foi atribuída ao maior desenvolvimento das infestantes, principalmente do capim-marmelada, que apresentava de 6 a 7 perfilhos.

Estes resultados mostram que, até certo ponto a eficiência dos cultivadores à tração animal foi beneficiada em Lavras pela semeadora-adubadora, principalmente no ano agrícola 1991/92, onde as plantas daninhas estavam pouco desenvolvidas, com duas a três folhas, sendo eliminadas tanto nas linhas como nas entrelinhas da cultura no momento da semeadura. Quando os cultivos foram realizados 30 dias após a semeadura do milho, as infestantes emergidas foram facilmente destruídas pelos

cultivadores. Em 1992/93, devido ao maior desenvolvimento das plantas daninhas nas parcelas gradeadas 30 dias da sementeira, no momento da sementeira, a máquina semeadora eliminou as infestantes da linha sendo pouco eficiente no controle nas entrelinhas (Tabela 8).

Em Sete Lagoas, o peso da matéria seca das plantas daninhas nos tratamentos com cultivadores a tração animal, diferiu estatisticamente em 1991/92 nas parcelas que foram gradeadas 30 dias antes da sementeira. No ano agrícola 1992/93, ocorreu diferenças nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias da sementeira, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 8).

A realização de dois cultivos mecânicos em Sete Lagoas em 1991/92, aos 15 e 30 dias após a sementeira do milho, permitiu um melhor controle das plantas daninhas, principalmente nas entrelinhas da cultura. Porém, nas parcelas que foram gradeadas 30 dias antes da sementeira, as infestantes estavam mais desenvolvidas, com as gramíneas apresentando 4 a 5 perfilhos, com os cultivadores a tração animal não tendo bom desempenho, mesmo com a realização de dois cultivos, com rebrota das infestantes nas entrelinhas. No ano agrícola 1992/93, as condições ambientais foram favoráveis ao maior desenvolvimento das plantas daninhas nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da sementeira do milho, e a realização de um cultivo à tração animal não foi o suficiente para o controle das mesmas, conforme observado através do peso de matéria seca e da porcentagem da cobertura do solo (Tabelas 8 e 10).

O cultivador montado com enxada do tipo "bico-de-pato", em razão de cortar mais profundo o solo ( $\pm 10$  cm), movimentou maior quantidade de terra, e mesmo não sendo eficiente no controle das plantas daninhas em estádios mais desenvolvidos, foi um pouco superior em relação ao cultivador com enxadas do tipo "asa-de-andorinha", expresso através do menor peso de matéria seca e cobertura do solo (Tabelas 8, 9 e 10).

Os resultados mostram que a eficiência no controle de plantas daninhas através de cultivadores à tração animal, depende do manejo do solo antes da semeadura do milho. Em Lavras e Sete Lagoas, nos dois anos agrícolas, as parcelas onde as plântulas de milho emergiram primeiro do que as infestantes, os cultivadores foram eficientes no controle das plantas daninhas. Várias pesquisas têm relatado que o controle das plantas com cultivos mecânicos deve ser realizado logo após o aparecimento destas, tendo o cuidado de não deixá-las desenvolver em demasia (Almeida, Rodrigues e Oliveira, 1982, Cruz e Ramalho, 1983, Martucci Filho et al., 1984).

#### 4.3 Altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca das plantas de milho

Devido as características morfológicas de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca das plantas de milho terem sido determinadas, em 1991/92, aos 45 dias da emergência, e no ano agrícola 1992/93 no florescimento do milho, foi feita análise de variância conjunta entre locais para cada ano agrícola.

Os resultados da análise de variância da altura de planta e diâmetro de colmo mostraram diferenças significativas para local, cultivo e para as interações local x cultivo e cultivo x época de gradagem ( $P \leq 0,01$ ). Para o peso de matéria seca das plantas de milho, ocorreu diferenças significativas para local, cultivo e interação local x cultivo ( $P \leq 0,01$ ), conforme Tabela 11.

TABELA 11 - Resumo da análise de variância conjunta de altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm) e peso da matéria seca da planta de milho (g/planta), determinado aos 45 dias da emergência, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.		
		Altura planta	Diâmetro colmo	Peso de matéria seca
Local (L)	1	1595,66**	85,10**	217891,36**
Bloco (L)	6	320,75	3,77	5285,42
Gradagem (G)	2	290,60*	7,95	17863,40
L x G	2	126,29	10,65	6095,95
Resíduo (a)	24	51,07	2,11	3868,58
Cultivos (c)	5	622,54**	29,12**	23601,89**
L x C	5	467,12**	12,95**	22555,56**
G x C	10	166,35**	4,71**	2187,45
L x G x C	10	34,92	1,02	3133,97
Resíduo (b)	90	44,65	1,57	2389,96
Média Geral		116,74	22,82	686,96
CV (a)% Parcela		6,12	6,39	9,05
CV (b)% Sub Parcela		5,72	5,50	7,11

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os valores médios de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca das plantas de milho, não diferiram estatisticamente em Lavras, nos diferentes sistemas de cultivo (Tabelas 12, 13 e 14). Já em Sete Lagoas, o tratamento com a mistura formulada a base de atrazine + metolachlor proporcionou maiores valores para essas características, enquanto o tratamento testemunha apresentou menores valores, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabelas 12 e 13).

Por outro lado, os tratamentos de cultivo manual com enxada, cultivadores a tração animal e do herbicida a base de cyanazine + simazine apresentaram, de modo geral, valores intermediários de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca por planta (Tabelas 12, 13 e 14).

TABELA 12 - Altura média de plantas de milho, determinada aos 45 dias da emergência, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92.

Cultivos	Altura de planta (cm)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	127,5	127,2	117,7	124,1a	119,9	101,6	29,5	103,6c
Enxada	125,4	126,0	124,4	125,2a	127,2	123,9	123,5	124,9ab
Cultivador asa-de-andorinha	120,6	125,9	125,6	124,0a	121,0	124,0	118,5	119,9b
Cultivador bico-de-pato	127,0	128,8	124,6	126,8a	122,0	119,8	121,1	120,9ab
Atrazine + metolachlor	126,6	125,5	127,1	126,1a	128,4	129,1	128,5	128,6a
Cyanazine + simazine	124,4	122,9	119,9	122,4a	124,0	122,2	120,7	122,3ab
Média	125,2	125,8	123,2		123,7	119,5	116,9	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 13 - Diâmetro médio de colmo de plantas de milho, determinado aos 45 dias da emergência, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92.

Cultivos	Diâmetro de colmo (mm)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	24,2	23,4	21,9	23,1a	21,8	18,8	15,8	18,8c
Enxada	23,9	23,8	24,8	24,1a	23,6	22,9	22,9	23,1ab
Cultivador asa-de-andorinha	24,2	23,6	23,6	23,8a	22,8	21,9	21,4	22,0b
Cultivador bico-de-pato	23,2	24,0	24,0	23,7a	22,8	22,3	21,8	22,3b
Atrazine + metolachlor	23,3	24,7	24,0	24,0a	24,3	24,4	23,9	24,2a
Cyanazine + simazine	22,7	23,7	23,2	23,2a	23,8	21,8	21,9	22,5b
Média	23,5	23,8	23,5		23,1	22,0	21,2	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 14 - Peso médio de matéria seca das plantas de milho, determinadas aos 45 dias de emergência sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1991/92.

Cultivos	Matéria seca da planta de milho (g/planta)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	73,0	71,9	70,1	71,7a	64,0	55,0	49,1	56,0c
Enxada	76,4	74,1	73,6	74,7a	66,2	67,7	64,4	65,7b
Cultivador asa-de-andorinha	71,7	73,1	72,4	72,4a	64,7	61,2	61,0	62,3b
Cultivador bico-de-pato	70,3	74,6	72,1	72,3a	67,7	62,1	60,3	63,4b
Atrazine + metolachlor	73,8	71,4	70,1	71,8a	72,7	76,5	74,7	74,6a
Cyanazine + simazine	72,5	76,0	68,7	72,4a	71,2	65,8	62,7	66,6b
Média	62,9	73,5	71,2		67,7	64,6	62,2	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

No ano agrícola 1992/93 constatou-se, na análise de variância, que a altura de planta e diâmetro colmo apresentaram diferenças significativas para cultivo e interações local x cultivo, cultivo x época de gradagem e local x cultivo x época de gradagem. Para o peso da matéria seca das plantas detectou-se significância para cultivo e interação local x cultivo ( $P \leq 0,01$ ), conforme mostra Tabela 15.

Em Lavras, em 1992/93, os resultados médios de alturas de plantas foram semelhantes aos observados no ano agrícola 1991/92, não ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos de cultivo em todas as épocas de gradagem (Tabela 16). Já para o diâmetro do colmo ocorreram diferenças significativas apenas nas parcelas gradeadas 30 dias antes da semeadura do milho, com os tratamentos de herbicidas mostrando plantas com maior diâmetro de colmo, diferindo do tratamento testemunha sem controle das plantas daninhas (Tabela 17). Para o peso de matéria seca das plantas de milho o tratamento testemunha também apresentou menor peso de matéria seca por planta, com diferença significativa dos demais tratamentos (Tabela 18).

Em Sete Lagoas o tratamento com a mistura formulada a base de atrazine + metolachlor e o tratamento testemunha, mantido no limpo, apresentaram maiores valores de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca por planta, ocorrendo o inverso com o tratamento testemunha sem controle de plantas daninhas. Por outro lado, quando a gradagem foi efetuada no mesmo dia da semeadura do milho, para as três características não se constatou diferenças significativas entre os sistemas de cultivo

avaliados (Tabelas 16, 17 e 18). Nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da sementeira do milho, os tratamentos de cultivo manual com enxada, cultivadores a tração animal e com o herbicida a base de cyanazine + simazine, mostraram valores intermediários. Embora, para o diâmetro do colmo as parcelas gradeadas 15 dias antes da sementeira do milho, diferiram apenas da testemunha sem controle de plantas daninhas (Tabelas 16, 17 e 18).

TABELA 15 - Resumo da análise de variância conjunta dos dados de altura de plantas (cm), diâmetro de colmo (mm) e peso da matéria seca de plantas de milho (g/planta), determinado no florescimento, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.		
		Altura planta	Diâmetro colmo	Peso de matéria seca
Local (L)	1	2078,35	14,58	24426,00
Bloco (L)	6	664,37	18,78	2292,74
Gradagem (G)	2	3519,92*	17,59	46505,78
L x G	2	1875,89	18,50	24681,77
Resíduo (a)	12	543,08	4,97	7033,25
Cultivos (c)	6	2354,45**	50,01**	64821,33**
L x C	6	1482,05**	9,35**	19427,08**
G x C	12	395,71*	7,06**	4029,42
L x G x C	12	476,91**	12,66**	5162,97
Resíduo (b)	108	149,66	2,87	2338,22
Média Geral		180,94	24,01	137,19
CV (a)%		11,92	8,59	17,89
CV (b)% Sub Parcela		6,76	7,05	11,14

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 16 - Altura média de plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93.

CULTIVOS	Altura de plantas (cm)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	MÉDIA	0	15	30	MÉDIA
Testemunha (sem capina)	182,2	187,6	170,5	180,2a	191,2a	125,2c	123,2d	146,5
Testemunha (no limpo)	191,1	185,1	179,3	185,2a	193,2a	191,7a	197,5ab	194,1
Enxada	185,7	184,5	177,2	182,5a	187,7a	177,5ab	174,0bc	179,7
Cultivador asa-de-andorinha	190,1	183,8	167,2	180,4a	191,0a	158,0b	168,7c	172,5
Cultivador bico-de-pato	187,3	196,4	181,8	188,5a	185,0a	155,2b	164,7c	168,3
Atrazine + metolachlor	191,1	195,2	179,4	188,7a	195,5a	198,0a	205,0a	199,5
Cyanazine + simazine	190,1	187,3	179,8	185,7a	194,7a	176,0ab	172,5bc	181,0
Média	188,2	188,5	176,5		191,1	168,8	172,2	

\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 17 - Diâmetro médio de colmo de plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93.

CULTIVOS	Diâmetro de colmo (mm)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	MÉDIA	0	15	30	MÉDIA
Testemunha (sem capina)	22,6a	23,2a	20,4b	22,1	24,7a	15,9b	21,1c	20,6
Testemunha (no limpo)	25,0a	24,5a	22,6ab	24,0	25,4a	25,8a	27,4ab	26,2
Enxada	24,3a	24,3a	23,2ab	23,9	26,6a	25,8a	24,2bc	25,5
Cultivador asa-de-andorinha	24,5a	23,5a	22,4ab	23,5	24,4a	22,2a	21,0c	22,5
Cultivador bico-de-pato	22,9a	23,9a	22,9ab	23,2	25,3a	23,0a	24,0bc	24,1
Atrazine + metolachlor	24,8a	25,3a	24,3a	24,8	25,8a	25,4a	28,3a	26,3
Cyanazine + simazine	24,0	24,1a	25,1a	24,4	25,2a	25,5a	23,0c	24,6
Média	24,0	24,1	22,9		25,2	23,3	24,1	

\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 18 - Peso médio de matéria seca das plantas de milho, determinado no florescimento, sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93.

Cultivos	Matéria seca da planta de milho (g/planta)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha (sem capina)	121,1	118,9	91,5	110,5b	133,2	86,6	80,4	100,1d
Testemunha (no limpo)	134,6	131,9	130,7	132,4a	169,0	166,2	168,3	167,8a
Enxada	135,0	138,2	131,0	134,7a	169,9	142,9	141,0	151,2ab
Cultivador asa-de-andorinha	137,5	142,8	129,0	136,4a	151,7	119,7	115,4	128,9c
Cultivador bico-de-pato	137,0	141,1	127,5	135,2a	137,2	131,0	129,6	132,4c
Atrazine + methlachlor	144,9	149,5	136,1	143,5a	174,2	168,7	164,4	169,1a
Cyanazine + simazine	145,4	138,1	138,2	140,6a	160,7	131,0	121,4	137,7bc
Média	136,5	137,2	126,2		156,6	131,5	131,4	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos mostram que o fator que mais influenciou no desenvolvimento vegetativo das plantas de milho foi a competição com as plantas daninhas. Em Lavras, as características de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca por planta foram poucos afetados pela competição com as infestantes, devido ao efeito da máquina semeadora que controlou a infestação inicial das plantas daninhas, permitindo que a cultura se desenvolvesse sem competição nos primeiros 30 dias, além de permitir boa eficiência de todos os tratamentos de controle do mato. Somente o tratamento testemunha, sem controle de plantas daninhas, no ano agrícola 1992/93, proporcionou menor diâmetro

de colmo nas parcelas gradeadas 30 dias da semeadura do milho e menor peso de matéria seca por planta (Tabelas 17 e 18).

Por outro lado, em Sete Lagoas, os menores valores das características morfológicas de crescimento observados na testemunha sem controle das plantas daninhas foram devido à competição por luz, água e nutrientes. Nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho, já havia infestação na área, antes da emergência da cultura, a qual, conviveu com as plantas daninhas durante todo o ciclo. Nessa condição, as plantas de milho apresentaram menor desenvolvimento. Também foi observado por Beltrano e Montaldi, 1979, redução significativa na área foliar, altura de planta e peso de matéria seca da planta de milho, devido a competição com o *Sorghum halepense*. A presença de plantas daninhas durante a emissão da 3ª a 14ª folha da planta de milho, reduziu a área foliar e a expansão das folhas além de acelerar a senescência das folhas baixas, podendo ainda diminuir o número de folhas por planta (Hall, Swanton e Anderson, 1992).

Porém, a própria característica fisiológica da planta de milho, que apresenta alta eficiência na utilização de luz e  $CO_2$ , aliada ao hábito de crescimento, lhe proporciona uma potencialidade competitiva com as plantas daninhas, principalmente se a cultura emergir primeiro, com espaçamento e densidade de semeadura adequados e condições climáticas favoráveis (Fancelli e Lima 1982). Estas considerações puderam ser observadas nas parcelas que foram gradeadas no mesmo dia da semeadura do milho, onde a testemunha sem controle de plantas daninhas, não diferiu significativamente dos demais tratamentos para as características

de altura de planta e diâmetro de colmo (Tabelas 17 e 18). Resultados semelhantes foram obtidos para o diâmetro de colmo (Sales, 1991) e para o peso de matéria seca por planta de milho (Ramos e Pitelli, 1993).

A eficiência dos cultivadores à tração animal foi dependente do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. Nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho, não controlou as infestantes na linha da cultura com rebrota nas entrelinhas, sendo mais acentuado em Sete Lagoas, onde a máquina semeadora não influenciou na população inicial das plantas daninhas.

O herbicida formulado a base de cyanazine + simazine foi eficiente no controle das plantas daninhas em pré e pós-emergência nos experimentos conduzidos em Lavras. Porém, em razão da maior incidência do capim-carrapicho, em Sete Lagoas, no ano agrícola 1992/93, não foi eficiente em pós-emergência, mostrando menores valores de altura de planta, diâmetro de colmo e peso de matéria seca por plantas de milho, em relação à mistura de atrazine + metolachlor e ao tratamento de cultivo manual com enxada.

Várias pesquisas tem reportado que o período crítico da competição das plantas daninhas com a cultura do milho situa-se nos primeiros 30 dias da emergência da cultura (Blanco, Araújo e Oliveira, 1976, Sales, 1991, Ramos e Pitelli, 1993). De modo geral, todos os métodos de controle de plantas daninhas que conseguem manter a cultura no limpo durante este período, são eficientes, uma vez que as plantas daninhas emergidas após 40 dias da semeadura do milho não conseguem competir com a cultura,

em razão do rápido crescimento das plantas, e o sombreamento do terreno cria condições adversas ao desenvolvimento das infestantes (Blanco, Araújo e Oliveira, 1976).

#### 4.4 Análise foliar

Na diagnose foliar realizada nos experimentos de Lavras, nos dois anos agrícolas, a análise de variância mostrou diferenças significativas somente para o fator ano (Tabelas 19 e 20).

TABELA 19 - Resumo da análise de variância conjunta dos teores foliares de macronutrientes na folha de milho (%), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Ano (A)	1	48,02490**	0,19067**	2,20522**	0,02275	2,11702**	0,15668**
Bloco\A	6	7,00580	0,01252	0,94293	0,01407	0,03252	0,00448
Gradagem (G)	2	0,751729	0,00063	0,23021	0,00414	0,00138	0,00007
G x A	2	0,199143	0,00263	0,01082	0,01887	0,00277	0,00010
Resíduo (a)	12	0,34032	0,00246	0,11306	0,01654	0,01390	0,00054
Cultivos (c)	5	0,11802	0,00169	0,12159	0,01357	0,00354	0,00038
C x A	5	0,23264	0,00031	0,10464	0,00756	0,00257	0,00018
C x G	10	0,16887	0,00069	0,05912	0,01924	0,01235	0,00064
C x G x A	10	0,11416	0,00051	0,10511	0,00541	0,00963	0,00045
Resíduo (b)	90	0,14108	0,00091	0,05592	0,01269	0,00827	0,00047
Média Geral		2,05	2,022	1,86	0,74	0,36	0,16
CV (a)%		28,34	21,65	17,98	17,95	31,92	14,11
CV (b)%		18,25	13,17	12,65	15,07	24,62	13,20

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 20 - Resumo da análise de variância conjunta dos teores foliares de micronutrientes na folha de milho (ppm), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras-MG. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.				
		Zn	B	Mn	Fe	Cu
Ano (A)	1	371,91126**	319,12844**	2896,05417**	11072,12582	361,4117**
Bloco\A	6	38,49176	116,86038	3247,45723	2938,29821	51,2898
Gradagem (G)	2	41,10653	3,69124	5,04161	747,66182	21,2908
G x A	2	24,36789	3,84705	61,57040	1615,50345	9,1595
Resíduo (a)	12	20,38484	13,34120	282,70786	2354,39069	15,1252
Cultivos (c)	5	8,97329	32,80909	64,66104	1324,60795	2,5275
C x a	5	36,80081	8,98106	303,32114	823,33129	4,5055
C x G	10	23,54243	6,87083	116,45349	1618,42383	9,4690
C x G x A	10	12,04492	13,3563	72,59992	961,90349	8,0244
Resíduo (b)	90	17,74043	7,14235	152,83973	1246,28470	4,6604
Média Geral		24,74	19,08	79,07	201,83	12,6390
CV (a)%		18,24	19,14	21,26	24,04	30,77
CV (b)%		17,01	14,00	15,63	17,49	17,08

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se de modo geral que, em 1991/92, as plantas apresentaram maiores teores de macro e micronutrientes (Tabelas 21 e 22), os quais estão dentro dos teores considerados adequados para a cultura (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989).

A competição entre as plantas daninhas e a cultura do milho por nutrientes é, sem dúvida, fator indiscutível, onde vários fatores ligados à comunidade infestante, a cultura e as condições edafoclimáticas podem influenciar na capacidade competitiva por elementos minerais disponíveis no solo. De acordo com Ruckheim Filho (1978) as plantas daninhas consomem duas vezes mais nitrogênio e água do que as plantas cultivadas, sendo responsável pela perda de 20% de fertilizantes destinados à cultura.

TABELA 21 - Teores médios na folha de milho de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), obtidos em diferentes sistemas de cultivos. Lavras-MG, Anos agrícolas. 1991/92 e 1992/93.

CULTIVOS	Teores na Folha (%)*											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93
Testemunha	2,70a	1,49a	0,26a	0,19a	1,54a	1,96a	0,73a	0,19a	0,48a	0,25a	0,20a	0,12a
Enxada	2,75a	1,43a	0,27a	0,19a	1,88a	2,05a	0,74a	0,73a	0,46a	0,23a	0,20a	0,13a
Cultivador asa-de-andorinha	2,50a	1,50a	0,26a	0,19a	1,85a	1,89a	0,76a	0,68a	0,51a	0,24a	0,19a	0,13a
Cultivador bico-de-pato	2,60a	1,54a	0,26a	0,18a	1,70a	2,01a	0,80a	0,77a	0,52a	0,25a	0,20a	0,13a
Atrazine + metolachlor	2,84a	1,42a	0,26a	0,20a	1,75a	1,98a	0,79a	0,74a	0,49a	0,26a	0,21a	0,14a
Cyanazine + simazine	2,40a	1,42a	0,29a	0,20a	1,75a	2,06a	0,73a	0,74a	0,48a	0,26a	0,20a	0,13a
Média	2,67A	1,47B	0,27A	0,19B	1,74B	1,99A	0,76A	0,76A	0,49A	0,25B	0,20A	0,13B

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e por letra maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 22 - Teores médios na folha de milho de zinco (Zn), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn) e cobre (Cu), obtidos em diferentes sistemas de cultivos. Lavras-MG, Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CULTIVOS	Teores Foliare (ppm)*									
	Zn		Fe		B		Mn		Cu	
	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93	91/92	92/93
Testemunha	26,6a	24,4a	220,9a	202,9a	19,2a	14,9a	79,4a	82,7a	13,7a	12,2a
Enxada	24,9a	24,9a	204,9a	197,2a	19,9a	17,8a	82,7a	77,3a	14,4a	11,0a
Cultivador Asa-de-andorinha	26,6a	21,4a	222,3a	191,9a	22,2a	17,6a	85,1a	69,2a	13,6a	10,6a
Cultivador Bico-de-pato	24,8a	23,4a	204,8a	185,7a	20,0a	17,3a	82,9a	70,6a	14,4a	10,7a
Atrazine + Metolachlor	26,4a	23,0a	192,3a	191,5a	21,8a	19,0a	85,9a	75,1a	14,4a	10,6a
Cyanazine + Simazine	28,6a	21,8a	218,3a	189,1a	20,3a	18,8a	85,3a	70,3a	14,7a	10,4a
Média	26,3A	23,1B	210,6A	193,0A	20,6A	17,6B	83,6A	74,2B	14,2A	10,9B

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e por letra maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No presente experimento, a não significância dos teores foliares de nutrientes entre os tratamentos pode ser devida à baixa infestação de plantas daninhas. Resultados semelhantes foram obtidos por Sales (1991), Ramos e Pitelli (1993).

#### 4.5 Índice de espiga

A análise da variância do índice de espiga revelou efeito significativo para cultivo e para as interações ano x cultivo ( $P \leq 0,01$ ) e local x cultivo ( $P \leq 0,05$ ), conforme mostra Tabela 23. Observou-se, nos experimentos conduzidos em Lavras, que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Já em Sete Lagoas, a testemunha diferiu dos demais tratamentos de controle de plantas daninhas, apresentando o menor índice de espiga (Tabela 24).

O menor índice de espiga observado na testemunha pode ser atribuído à maior competição das plantas daninhas com a cultura, principalmente nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho. A presença de algumas espécies de infestantes, tal como *Nicandria physaloides* (L.) Pers (joá-de-capote), que apresenta rápido crescimento, aliado ao hábito arbustivo, pode ter provocado sombreamento das plantas de milho durante os estádios iniciais de crescimento, causando plantas com menor altura e pouco produtivas. As quais apresentaram também menor diâmetro de colmo e peso de matéria seca por planta.

TABELA 23 - Resumo da análise de variância conjunta do índice de espiga e rendimento de grãos (kg/ha), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.	
		Índice espiga	Rendimento de grãos
Ano (A)	1	0,10772	20565851,4**
Local (l)	1	0,02084	295575170,7**
A x L	1	0,00690	261790296,9**
Bloco (L x A)	12	0,01587	2970615,0
Gradagem (G)	2	0,10397	18594869,6**
A x G	2	0,07258	8367946,3
L x G	2	0,01716	7704542,0**
A x L x G	2	0,01564	1368327,3
Resíduo (a)	24	0,03846	1257188,7
Cultivo (c)	5	0,11842**	28548909,0**
L x C	5	0,02615*	1759241,0**
A x C	5	0,07215**	8758068,3**
L x A x C	5	0,00591	1240086,5
C x G	10	0,01424	1505242,7**
A x C x G	10	0,00925	997627,7
L x C x G	10	0,00260	917791,3
A x L x C x G	10	0,01663	297465,8
Resíduo (b)	180	0,01053	556919,7
Média Geral		0,93	4754,9
CV (a)%		21,01	23,58
CV (b)%		11,0	15,69

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 24 - Valores médios do índice de espiga, obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Cultivos	Índice de espiga							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	0,93	0,98	0,86	0,92a	0,83	0,76	0,67	0,75b
Enxada	0,97	1,00	0,91	0,96a	0,91	0,97	0,89	0,92a
Cultivador asa-de-andorinha	0,94	0,96	0,93	0,94a	0,97	0,93	0,94	0,94a
Cultivador bico-de-pato	0,98	0,96	1,00	0,98a	1,02	1,01	1,02	1,01a
Atrazine + metolachlor	0,96	1,00	0,98	0,98a	1,00	1,01	1,02	1,01a
Cyanazine + simazine	1,00	0,98	0,99	0,99a	0,95	0,99	0,93	0,96a
Média	0,96	0,98	0,95		0,94	0,94	0,91	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estes resultados estão de acordo com os verificados por Ellakkade, Adams e Behrens (1986) onde as plantas daninhas reduziram significativamente a radiação fotossintótica ativa disponível para as folhas mais baixa da planta de milho, reduzindo também o período durante os quais as folhas devem fotossintetizar. A taxa fotossintética é tão importante para os componentes de produção, que a remoção de todas as folhas da planta, quando esta se apresentava no estágio de cinco folhas, acarretou um menor índice de espiga (Fancelli, 1988).

#### 4.6 Peso de 1000 grãos

Resultados semelhantes aos do índice de espiga foram constatados para o peso de 1000 grãos. A análise de variância apresentou testes de F significativo ( $P \leq 0,01$ ) para épocas de gradagem, cultivo e para a interação cultivo x local (Tabela 25).

A interação sistema de cultivo x local foi significativa, pelas razões já expostas anteriormente relacionadas à diferença do tipo da máquina semeadora utilizada em cada local. Contudo, independente do local, constatou-se que o uso de atrazine + metolachlor e a testemunha mantida sempre no limpo, apresentaram maior peso de 1000 grãos, diferindo significativamente da testemunha sem controle de plantas daninhas (Tabela 26).

TABELA 25 - Resumo da análise de variância conjunta do peso de 1000 grãos (g), obtidos sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
		Peso de 1000 grãos
Local (L)	1	653,37
Bloco (L)	6	662,34
Gradagem (G)	2	2515,06**
G x L	2	429,30
Resíduo (a)	12	265,35
Cultivo (c)	6	4688,29**
C x L	6	896,76**
G x C	12	555,56
G x C x L	12	176,49
Resíduo (b)	108	106,82
Média Geral		254,91
CV (a)%		9,93
CV (b)%		4,05

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 26 - Peso médio de 1000 grãos (g), obtido sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano agrícola, 1992/93.

Cultivos	Peso de 1000 grãos							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha (sem capina)	250,5	233,5	225,6	236,5b	246,6	202,6	199,0	216,1c
Testemunha (no limpo)	263,2	257,1	257,8	259,4a	280,0	270,8	279,9	276,9a
Enxada	260,6	254,9	253,7	256,4ab	277,7	259,4	262,1	266,4ab
Cultivador asa-de-andorinha	260,0	254,5	240,6	251,7ab	267,2	253,6	242,9	254,6b
Cultivador bico-de-pato	263,0	254,9	244,0	253,9ab	265,8	256,0	248,0	256,5b
Atrazine + metolachlor	258,0	266,6	255,9	260,1a	268,8	272,8	276,5	272,7a
Cyanazine + simazine	249,9	252,4	255,7	252,6ab	266,8	249,1	249,2	255,0b
Média	257,8	253,4	247,6		267,5	252,0	251,0	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Grande parte do amido acumulado no endosperma do grão, para o incremento do seu peso seco, é translocado dos fotoassimilados das folhas e do colmo da planta. Observações experimentais mostraram que 50% dos carboidratos transportados para o grão de milho são oriundos das folhas localizadas na porção superior da planta, ao passo que aproximadamente 30% apresentam contribuição das folhas situadas em seu terço médio, sendo o restante provenientes das folhas inferiores (Allison e Watson, 1986). Assim, qualquer fator que afete a taxa fotossintética da planta, poderá acarretar colmos mais finos, com menor quantidade de sólidos solúveis, com maior probabilidade de produzir grãos mais leves.

Isto pode explicar o menor peso de 1000 grãos observado na testemunha sem controle de plantas daninhas (Tabela 26), a qual havia apresentado também menor diâmetro de colmo nos dois locais (Tabela 17). O mesmo foi verificado em Sete Lagoas, nas parcelas que foram gradeadas 30 dias da semeadura do milho, onde os tratamentos com cultivadores à tração animal e o herbicida a base de cyanazine + simazine propiciaram plantas com menor diâmetro de colmo e, conseqüentemente, menor peso de 1000 grãos (Tabela 26), porém em magnitude menor do que a testemunha sem controle das infestantes. Logicamente esses resultados foram influenciados pela competição das plantas daninhas por luz, nutrientes e água, que são componentes fundamentais no processo de fotossíntese.

Estes resultados estão de acordo com os observados por Sales (1991), onde a convivência das plantas daninhas com a cultura do milho por período de 30 a 50 dias após a emergência, reduziu o peso de 1000 grãos. Por outro lado, a remoção de cinco folhas na parte superior da planta, quando esta apresentava estágio de 10 folhas, ocasionou redução no peso dos grãos (Fancelli, 1988). Segundo o autor, isso ocorreu devido a menor disponibilidade de fotoassimilados para o colmo.

#### 4.7. Produtividade de grãos

A análise de variância para produtividade de grãos foi significativa para cultivo e para as interações ano x cultivo, local x cultivo e época de gradagem x cultivo ( $P \leq 0,01$ ), como

mostra Tabela 23. De modo geral, os tratamentos com herbicida formulados a base de atrazine + metolachlor e do cultivo manual com enxada, apresentaram maiores produtividades de grãos, independente das épocas de gradagens, embora, em Lavras, não tenha ocorrido diferenças significativas entre os demais tratamentos de controle de plantas daninhas. Por outro lado, a testemunha, em ambos locais, apresentou as menores produtividades (Tabela 27).

TABELA 27 - Produtividade média de grãos (kg/ha) obtida sob diferentes sistemas de cultivos, em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Cultivos	Produtividade de grãos (kg/ha)*							
	LAVRAS				SETE LAGOAS			
	Época de gradagem (dias)							
	0	15	30	Média	0	15	30	Média
Testemunha	5313,1	5599,2	4279,5	5063,9b	3327,3	1358,1	1048,4	1911,2c
Enxada	5962,3	6309,4	5826,2	6032,6a	5131,9	4858,1	4365,4	4785,1a
Cultivador asa-de-andorinha	5901,6	5875,7	5449,7	5742,3a	4356,3	3281,3	2300,4	3312,6b
Cultivador bico-de-pato	5816,5	6202,3	5454,7	5824,5a	4414,3	3401,2	2454,6	3423,3b
Atrazine + metolachlor	6368,5	6114,1	6011,5	6164,7a	5373,0-	5397,8	5320,6	5363,8a
Cyanazine + simazine	5745,3	6132,8	5638,0	5838,7a	4413,0	3645,3	3404,5	3820,9b
Média	5851,2	6005,5	5443,2		4502,6	3656,9	2148,9	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As reduções significativas das produtividades de grãos verificadas em Sete Lagoas nos tratamentos com cultivadores a tração animal pode ser atribuído à competição das plantas daninhas, principalmente nas linhas da cultura. Sendo mais acentuada nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho, onde, devido, ao maior desenvolvimento das infestantes, os cultivadores não tiveram bom desempenho.

Outro fator a ser considerado são os possíveis danos causados ao sistema radicular das plantas de milho. Apesar de não ter sido avaliada esta característica, supõe-se que a profundidade dos cultivos ( $\pm$  9) cm tenha havido danos às raízes. Uma vez que, próximo aos 30 dias após a emergência, as raízes da planta de milho já atingiram o centro das entrelinhas, com maior concentração na profundidade de 7,5 cm a 15 cm (Cruz e Ramalho, 1983).

Possivelmente esses danos foram maiores nas parcelas onde as plantas daninhas estavam mais desenvolvidas, havendo necessidade de cultivos mais profundos para sua eliminação. Observa-se em Sete Lagoas, que, mesmo na semeadura realizada logo após a gradagem niveladora, as produtividades foram menores no cultivo à tração animal, em comparação com o cultivo manual com enxada. Nas parcelas gradeadas 15 e 30 dias antes da semeadura do milho, as produtividades foram ainda menores devido provavelmente da interação dos danos provocados ao sistema radicular aliado à competição com as plantas daninhas (Tabela 27). Resultados semelhantes foram obtidos por Viegas (1980).

Em Lavras, as produtividades de grãos nos tratamentos de cultivos à tração animal, não diferiram dos demais tratamentos de controle de plantas daninhas (Tabela 27). Uma das possíveis explicações, seria o menor desenvolvimento das infestantes que proporcionou maior eficiência dos cultivadores. Além, de possivelmente ter favorecido a aeração na camada superficial do solo, reduzir as perdas por evaporação, bem como, ao jogar terra nos "pés" das plantas através da amontoa, contribuiu para abafar as plantas daninhas na linha da cultura, o que pode trazer benefícios às plantas (Cruz e Ramalho, 1983; Martucci Filho et al., 1984).

As perdas de produtividade de grãos verificadas em Sete Lagoas, no tratamento com herbicida a base de cyanazine + simazine, foram devidas à pouca eficiência do produto sobre as espécies de capim-carrapicho, capim-pé-de-galinha e capim-colchão, no estágio tardio das plantas daninhas, que competiram com a cultura durante todo o ciclo. Pesquisa conduzida por Jooste, Van Der e Biljon (1980) mostrou que o capim-colchão e o capim-pé-de-galinha reduziram a produtividade do milho em 72,1 e 58,8%, respectivamente.

O efeito da interação cultivo x época de gradagem pode ser visualizado através das equações de regressão (Figura 3). Observa-se que o atraso na semeadura, após a passagem da grade niveladora, afetou linearmente a produtividade de grãos. A cada dia de atraso, ocorreu redução de 55,2 kg/ha na testemunha sem capina. Quando se utilizou cultivadores equipados com enxadas do tipo "asa-de-andorinha" e do tipo "bico-de-pato", as perdas foram



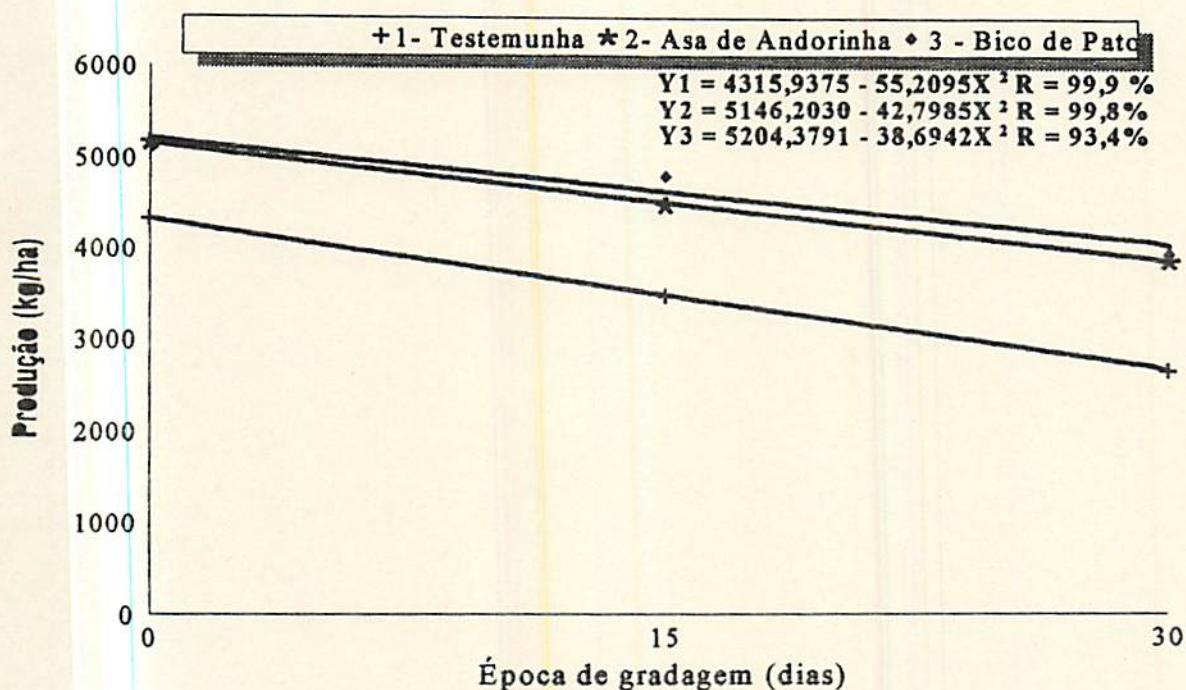


FIGURA 3 - Equações de regressão de produção de grãos em função dos sistemas de cultivo em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Ano Agrícola 1991/92 e 1992/93.

42,7 e 38,6 kg/ha, respectivamente. Nos demais sistemas de cultivos, a regressão linear não foi significativa.

Esses resultados mostram que as diferenças de produtividade ocorreram em função da eficiência dos tratamentos no controle de plantas daninhas. Isso porque, de um modo geral, o peso da matéria seca das plantas daninhas foi inversamente proporcional à produtividade de grãos. Dessa forma, as menores produtividades foram obtidas nos tratamentos que apresentaram

maior peso de matéria seca das infestantes/m<sup>2</sup>, coincidindo com a testemunha sem capina, cultivadores a tração animal e o tratamento com herbicida cyanazine + simazine, principalmente nos experimentos conduzidos em Sete Lagoas (Tabelas 8 e 27).

A maioria das pesquisas têm reportado que o período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura do milho compreende os primeiros 30 dias após a emergência. A convivência da cultura com as invasoras a partir desse período poderá reduzir a produtividade de grãos na ordem de 12% a 100% (Bejarano, Ortiz e Jeffery, 1969, Mani, Galtan e Chakraborty, 1968, Blanco, Araújo e Oliveira, 1976 e Sales, 1991).

Dentro deste enfoque, verifica-se em Lavras que o controle das plantas daninhas com o herbicida atrazine + metolachlor e com o cultivo manual com enxada, proporcionaram maiores ganhos de produtividade de grãos em relação à testemunha, com 40% e 36%, respectivamente nas parcelas que foram gradeadas 30 dias antes da semeadura do milho. Já em Sete Lagoas, esses mesmos tratamentos apresentaram produtividade relativa de 297% e 228% nas parcelas gradeadas 15 dias, e 407% e 316% nas parcelas gradeadas 30 dias antes da semeadura do milho (Tabela 28).

Esses resultados mostram que, independentemente do local e da época de gradagem, o controle das plantas daninhas resultou em maiores produtividades em relação à testemunha sem controle, mesmo em Lavras onde a máquina semeadora-adubadora controlou a infestação inicial das invasoras, embora em menor magnitude (Tabela 28). Assim, fica evidente que, dependendo do sistema de controle de plantas daninhas a ser utilizado, a época

TABELA 28 - Produtividade relativa de grãos (%) em relação ao tratamento testemunha, sem controle de plantas daninhas, comparado com os diferentes sistemas de cultivos em três épocas de gradagens. Lavras e Sete Lagoas, Minas Gerais. Anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Cultivos	LAVRAS			SETE LAGOAS		
	Época de gradagem (dias)			Época de gradagem (dias)		
	0	15	30	0	15	30
	P.R. kg/ha (%)	P.R. kg/ha (%)	P.R. kg/ha (%)	P.R. kg/ha (%)	P.R. kg/ha (%)	P.R. kg/ha %
Testemunha	5313,3 (100)	5599,2 (100)	4279,5 (100)	3327,3 (100)	1358,9 (100)	1048,4 (100)
Enxada	5962,3 (112)	6309,4 (126)	5826,2 (136)	5131,9 (154)	4858,1 (357)	4365,4 (416)
Cultivador Asa-de-andorinha	5901,6 (110)	5875,7 (105)	5449,7 (127)	4356,3 (131)	3281,3 (241)	2300,4 (219)
Cultivador Bico-de-pato	5816,5 (109)	6202,3 (107)	5454,7 (127)	4414,3 (132)	3401,2 (250)	2454,6 (234)
Atrazine + Metolachlor	6368,5 (120)	6114,1 (109)	6011,5 (140)	5375,0 (161)	5397,8 (397)	5320,6 (507)
Cyanazine + Simazine	5745,3 (108)	6132,8 (109)	5638,0 (131)	44130,0 (132)	3645,3 (268)	3404,5 (324)
Média	5851,2	6005,5	5443,2	4585,9	3590,4	3149,0

\* P.R.= Produção relativa.

de gradagem em relação ao momento da semeadura têm importância fundamental no sucesso da cultura do milho. Se o agricultor não dispõe de máquinas e implementos e utiliza serviços de terceiros, não tendo assim opções em termos de definições de época de gradagem, a sua atenção em relação ao controle das plantas daninhas deve ser redobrado.

#### 4.8 Considerações gerais

Ficou evidenciado que uma gradagem leve no dia da semeadura do milho, eliminou as plantas daninhas já emergidas, permitindo nos estádios iniciais de crescimento que a cultura se desenvolvesse livre de competição, possibilitando maior opção de seu controle, no momento da reinfestação. Nessas condições, conforme observado na presente pesquisa, todas as alternativas de controle de plantas daninhas avaliadas foram eficientes.

Por outro lado, a gradagem antecipada, aliada às condições climáticas e ambientais favoráveis, poderão contribuir para que as plantas daninhas emerjam antes ou simultaneamente com a cultura e dependendo do grau de infestação, terão que ser controladas o mais cedo possível. Na maioria das vezes, o rápido crescimento inicial das plantas em relação ao milho, poderá dificultar a eficiência do cultivador, no controle das infestantes existentes na linha da cultura. Além disso, o controle de plantas daninhas maiores pode aumentar a possibilidade de danos ao sistema radicular do milho, devido à necessidade de maior profundidade das enxadas do cultivador, podendo reduzir as produtividades.

Por outro lado, mesmo com a utilização de herbicidas, o produtor deve considerar além das espécies infestantes, o estágio de desenvolvimento das mesmas, já que a eficiência dos herbicidas de pós-emergência poderá ser prejudicada, quando no controle de plantas daninhas mais desenvolvidas.

Uma das alternativas para atenuar o efeito da competição inicial, quando as plantas já estão instaladas no terreno, sem a possibilidade de uma gradagem antes da sementeira, é a utilização de uma máquina equipada com sulcador na frente de cada carro de sementeira, que possibilite a abertura de um sulco maior, eliminando as infestantes na linha de plantio, que dependendo do estágio de desenvolvimento das mesmas, poderão ser também eliminadas nas entrelinhas durante a sementeira.

Contudo, outras pesquisas são necessárias com o objetivo de determinar o melhor estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e a eficiência de seu controle pelas sementeira-adubadora, equipada com enxada sulcadora na frente, como forma de dispensar a tradicional gradagem leve imediatamente antes da sementeira. Além do mais é ainda necessário avaliar o efeito do: tamanho e forma da enxada sulcadora; profundidade de sulco; espaçamento entre as linhas de sementeira; e velocidade operacional da máquina na eliminação das infestação inicial do terreno em substituição à gradagem leve.

## 5 CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados e nas condições em que foram desenvolvidas as pesquisas pode-se chegar às seguintes conclusões:

- 1- A época de gradagem afetou a altura de planta, diâmetro de colmo, peso de matéria seca, peso de 1000 grãos e produtividade, especialmente em função da ocorrência de plantas daninhas e dos métodos utilizados para seu controle.
- 2- A gradagem antecipada aumentou a incidência e o desenvolvimento inicial das invasoras, aumentando a competição com a cultura, que refletiu no seu desenvolvimento vegetativo e produtividade de grãos.
- 3- Não havendo possibilidade da gradagem no momento da sementeira, as melhores alternativas de controle de plantas daninhas foram: o uso de cultivo manual através de enxada aos 30 dias após a sementeira do milho ou controle químico, com a mistura formulada atrazine + metolachlor.
- 4- A eficiência do cultivo à tração animal foi condicionado ao estágio de desenvolvimento das plantas daninhas, sendo que, para seu emprego, a gradagem niveladora deve ser realizada o mais próximo possível da sementeira e o cultivo deve ser iniciado logo após a emergência do mato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, E.N.; SOUZA, I.F.; ALVES, A.D. Uso de triazinas em misturas com óleo mineral para o controle de plantas daninhas em milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. Resumos... Londrina, 1993. p.142-143.
- ALLISON, J.C.S.; WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Annals of Botany*, v.30, n.119, p.366-381, 1986.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Controle químico de ervas daninhas em milho. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Relatório técnico do programa milho/sorgo, 1978/79. Londrina, 1979.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Guia de Herbicida, Londrina, 1988. 603p.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N.; OLIVEIRA, V.F. Controle de ervas daninhas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, 1982. p.109-141. (Circular Técnica, 29).
- ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; PACHECO, E.B. Práticas de manejo e conservação do solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília, 1993. p.33-43.
- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I. Acumulação de macronutrientes. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, n.32, p.115-149, 1975a.
- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de micronutrientes. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, n.32, p.150-172, 1975b.
- ANTUNIASSI, U.R. Infestação por plantas daninhas e produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função de diferentes intervalos de tempo entre a mobilização do solo e a semeadura. Botucatu: UNESP, 1991. 105p. (Dissertação-Mestrado em Energia na Agricultura).

- BALL, D.A. Weed seed bank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Science*, New York, v.40, p.654-659, 1992.
- BALYAN, R.S.; BHAN, V.M. Studies on cultural and chemical weed control in maize. *Indian Journal Agronomy*, New Delhi, v.32, n.1, p.41-43, 1987.
- BARBER, S.A. Effect of tillage practice on corn. Root distribution and morphology. *Agronomy Journal*, Madison, n.60, p.534-537, 1971.
- BEJARANO, J.; ORTIZ, J.; JEFFERY, L. Época crítica de competência de malezas com maiz. In: SEMINÁRIO DA SOCIEDADE COLOMBIANA CONTROL MALEZAS Y FIS. VEG., 1º, Bogotá, 1969. Resúmenes... Bogotá, 1969. p.19-20.
- BELTRANO, J.; MONTALDI, E.R. Effect of the competition of johnson grass on maize in the early, growth stages. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Plata*, Buenos Aires, v.55, n.1/2, p.85-94, 1979.
- BENEZ, S.H. Efeitos do tipos de preparo de solo, cultivos e calagem na cultura do milho (*Zea mays* L.). Botucatu: UNESP, 1980. 124p. (Livre Docência).
- BENEZ, S.H. Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em Solo Podesólico Vermelho Amarelo var. Iaras. Piracicaba: ESALQ, 1972, 108p. (Tese Doutorado em Energia na Agricultura).
- BLANCO, H.G.; ARAÚJO, J.B.M.; OLIVEIRA, D.A. Estudo sobre a competição das plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). IV- Determinação do período de competição. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.43, n.3/4, 1976.
- BLANCO, H.G.; BLANCO, F.M.G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.205-214, 1991.
- BLANCO, H.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, D.A. Estudo sobre a competição das plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). V- Influência da adubação nitrogenada no grau de competição. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.45, n.1, p.7-12, jan/mar. 1978.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M. Estudos sobre a competição entre as plantas daninhas e a cultura do milho (*Zea mays* L.). 1- Experimento para determinar o efeito do controle de plantas daninhas. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.40, n.4, p.309-320, 1973.
- BLANCO, H.G.; SANTOS, C.A.L. dos. Plantas daninhas predominantes em áreas cultivadas com milho no estado de São Paulo. *Biológico*, São Paulo, v.4, n.1/6, p.1-7, 1988.

- BOWERS, W., BATEMAN, H.P. Research studies of minimum tillage. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, Madison, n.3, p.1-3, 1960.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J.P.; GAVILANES, M.L. Principais plantas daninhas em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.97, p.18-23, 1982.
- BUCHANAN, G.A.; HOVELAND, C.S.; HARRIS, M.C. Response of weeds to soil pH. *Weed Science*, New York, v.23, p.473-477, 1975.
- BUHLER, D.D.; DANIEL, T.C. Influence of tillage systems on giant foxtail (*Setaria fabari*) and velvet leaf (*Abutilon theopasti*) density and control in corn (*Zea mays* L.). *Weed Science*, New York, v.36, p.642-647, 1988.
- CAMARGO, A.P. Viabilidade e limitações climáticas para a cultura do milho no Brasil. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. *Cultura e adubação do milho*. São Paulo, 1966. p.225-247.
- CARDENAS, J. *Principios de competência de malezas*. Cali: CIAT, 1973. p.10-11.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, K. Long-term tillage effects on seed banks in the Ohio soils. *Weed Science*, New York, v.39, p.186-194, 1991.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solo agrícola. *Planta daninha*, Campinas, v.10, n.1/2, 1992.
- CERDEIRA, A.L.; ROESSING, A.C.; VOLL, E. *Controle integrado de plantas daninhas em soja*. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1981. 49p. (Circular Técnica, 4).
- CHEHATA, A.N.; BRAZ, B.A. Comportamento de trifluralin + alachlor e trifluralin + diuron em milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, Brasília, 1991. *Resumos...* Brasília: SBHED, 1991. p.87.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York: John Willy, 1957. 466p.
- COSTA, A.C.L.; COSTA, J.M.M.; AGUIAR, L.M.S.; ASPIAZÚ, C. Época de plantio para a cultura do sorgo granífero em Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 17, Piracicaba, 1988. *Resumos*. Piracicaba: EMBRAPA/CNPMS, 1988. p.56-57.
- COSTA, F.A.; MARCONDES, D.A.S.; FORNAROLLI, D.A.; CHEHATA, A.N. Eficiência biológica de alachlor + atrazine na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, Brasília, 1991. *Resumos...* Brasília: SBHED, 1991. p.87.

- CRUZ, J.C.; RAMALHO, M.A.P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de pesquisa do milho e sorgo. Mecanização na cultura do milho utilizando tração animal. Sete Lagoas, 1983. p.25-42. (Circular Técnica, 9).
- DEUBER, R. Ciências das plantas daninhas: fundamentos. Jaboticabal: FUNEP, 1992. v.1, 431p.
- DUNCAN, W.G.; WILLIAMS, W.A.; LOOIS, R.S. Tassels and the productivity of maize. *Crop Science*, Madison, v.19, n.1, p.1-4, jan./feb. 1967.
- DURIGAN, J.C.; NEGRINI, F.; LEITE, G.J. Controle das plantas daninhas com misturas de herbicidas em pré-plantio incorporado e pré-emergência, na cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, CONGRESSO DE LA ASSOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 7, Belo Horizonte, 1984. *Anais...* Piracicaba: Gráfica Editora, 1984, p.66.
- ELLAKKAD, M.A.; ADAMS, R.S.; BEHRENS, R. environmental stresses induced by natural weed infestations and their effects on corn. In: NORTH CENTRAL WEED CONTROL CONFERENCE, 48., Columbus, 1983. *Weeds Abstracts*, Rarnham Royal, v.35, n.1, p.36, jan. 1986. (Resumo).
- FANNCCELLI, A.L. Exigência climática e fenologia do milho. In: FACELLI, A.L. *Milho*. Piracicaba: ESALQ/USP-FEALQ, 1990, p.50-56.
- FANCELLI, A.L. Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1988. 172p. (Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FANCELLI, A.L.; LIMA, U.A. Milho: Produção, pré-processamento e transformação Agroindustrial. São Paulo: SICCI/PROMOCET/FEALQ, 1982. 112P. (Série Extensão Agroindustrial, 5).
- FAVARIN, J.L. Manejo e conservação do solo para a cultura do milho. In: FANCELLI, A.L. *Milho*. Piracicaba: ESALQ/USP-FEALQ, 1990, 88p.
- FERREIRA, D.M.N.; MAGALHÃES, P.C.; SILVA, J.B. Estudo de injúrias causadas por herbicidas em milho (*Zea mays* L.) na fase inicial da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. *Resumos...* Londrina: SBHED, 1993. P.145-146.
- FERRI, M.G. (Coord.). *Fisiologia Vegetal*, 2. ed. São Paulo: EPU., 1985. v.1, 362p.
- FORCELLA, F.; WILSON, R.G.; RENNER, K.A. et al. Weed seed banks of the U.S. Corn belt: Magnitude, Variation, Emergence, and Application. *Weed Science*, New York, v.40, p.636-644, 1992.

- FORNAROLLI, D.A.; CHEHATA, A.N. Controle do *Cenchrus echinatus* antes da emergência na cultura do milho em solos arenosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, Brasília, 1991. Resumos... Brasília: SBHED, 1991. p.85.
- FREITAS, R.R. Dinâmica do banco de sementes em uma comunidade de plantas daninhas com aspectos da germinação e dormência de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Lavras, ESAL, 1990, 118p. (Dissertação-Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- GAMBOA, A. La fertilización del maíz. Berna: Instituto Internacional de la Potassa, 1980. 72p. (Boletim IIP, 5).
- GELMINI, G.A. Herbicidas: indicações básicas. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 334p.
- GLEASON, L.S. Weed control in corn in the tropics. Proceedings NCWCC, 1956, v.13, p.54.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 11.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- HAFLOGES, E.; SCHOLZ, H. Grass weeds. Panicordiea Basle, Ciba-Geigy, 1980. v.1, 142p.
- HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*, New York, v.40, p.441-447, 1992.
- HAYDEN, T.A.; BURSINDE, O.C. Effect on herbicide incorporation methods on shattercane (*Sorghum bicolor*) control in corn (*Zea mays* L.). *Weed Science*, New York, v.35, p.364-372, 1987.
- HOLM, L.G.; PLUCKHETT, D.L.; DANHCO, J.V.; HERBERGER, J.P. The world's worst weeds. Honolulu; University Press of Hawaii, 1977. 609p.
- IWATA, I.; TAKAYANAGI, S. Studies on the damage to upland crops caused by weeds. 4. Effects of weeds on the growth and nitrogen absorption in corn. *Weed Research*, Oxford, v.25, n.4, p.253-257, 1980.
- JANICK, J. A ciência da horticultura. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1968. p.238-286.
- JOOSTE, J.; VAN DER, W.; BILJON, J.L. The competition of *Cyperus esculentus* with maize. *Crop Production*, Guildford, v.9, p.151-155, 1980.
- KIEHL, E.J. Manual de edafologia: relação solo-planta. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 262p.

- KOZLOWSKI, T.T.; GUNN, C.R. Importance and characteristics of seed in KOZLOWSKI, T.T. (Coord.). *Seed Biology*. New York: Academic Press, 1972. v.1, cap.1, p.1-20.
- KROPFF, M.J.; VOSSEN, F.J.H.; SPITTERS, C.J.T.; GROAT, W. de. Competition between a maize crop and a natural population of *Echinochloa crus-gali*. (L.). Netherlands, *Journal of Agricultural Science*, Wageningen, v.32, n.4., p.324-327, 1985.
- LOCATELLY, E.; DOLL, J.D. Competencia y alelopatia. In: DOLL, J.D., ed. *Manejo y control de malezas en el trópico*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1977. p.24-34.
- LORENZI, H.J. *Controle de plantas daninhas na cultura do milho*. Londrina: IAPAR, 1981. 6p.
- LORENZI, H.J. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: Plantio direto e convencional*. 3.ed. Nova Odessa: plantarum, 1990. 240p.
- MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E. Fisiologia da produção. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DO MILHO E SORGO. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. Brasília, 1993. p.85-95.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: *Melhoramento e produção do milho*. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2., p.541-593.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MANI, V.S.; GAUTAN, K.C.; CHAKRABORTY, T.K. Losses in crop yield in India due weed growth. *Pans*, London, v.14, p.142-158, 1968.
- MANNERING, J.V.; MEYER, L.D.; JOHNSON, C.B. Infiltration and erosion as affected by minimum tillage for corn (*Zea mays* L.). *Proceedings Soils Science Society of America*, Ann Arbor, n.30, p.101-105, 1966.
- MARTUCCI FILHO, G.; VIZEU, L.A.S.; SOUZA, E. G.; ORTOLANI, A.F. Comparação entre vários métodos de controle de plantas daninhas da cultura do milho (*Zea mays* L.) Híbrido HMD 7974. *Engenharia Agrícola*, Botucatu, v.8, n.1, p.41-53, 1984.
- MERCADO, B.I. *Introduction to weed science*. Laguna, Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, 1979. 256p.

- MIGGITT, W.F. Weed control methods, losses and costs due to weeds, and benefits of weed control in maize. In: FAO INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEED CONTROL. Dawis: Weed Science of Society America, 1970. p.87-100.
- MULLIGAN, M.F.; SMUCKER, A.J.M.; SAFIR, G.F. Tillage modifications of dry edible bean root colonization VAM fungi. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, n.1, p.140-144, 1985.
- MUZIK, T.J. *Weed biology and control*. New York: McGraw-Hill Book Company. 1970. 273p.
- NEGI, S.C. RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E. The effects of compaction and minimum tillage on corn yields and soil properties. *Translations*, St. Joseph, v.23, n.3, p.744-747, 1990.
- NIETO, H.J.; BRONDO, M.A.; GONZALEZ, J.T. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *Pans*, London, v.14, p.159-166, 1968.
- OLIVEIRA, M.D.X. de *Comportamento de cultivares de milho (Zea mays L.) em diferentes épocas de semeadura nas regiões Centro e Norte de Mato Grosso do Sul*. Lavras: ESAL, 1990. 80p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ORTIZ-CAÑAVANTE, J. *Las máquinas agrícolas y su aplicación*. Madrid: Mundi-Prensa, 1980. 490p.
- PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: POTAFOS, *Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, 1993. p.23-42.
- PERRY, K.M.; EVANS, R.; JEFFREY, L.S. Competition between Johnsongrass (*Sorghum halepense*) and corn (*Zea mays* L.). In: *Weed Science Society*. Oxford, 1983. p.345. (meeting annual).
- RAMOS, L.R.M.; PITELLI, R.A. Efeitos de períodos de convivência da comunidade infestante sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. *Resumos...* Londrina: SBHED, 1993. p.35-36.
- ROBERTS, H.A. Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology*, v.6, p.1-55, 1981.
- ROBERTS, H.A.; DAWKINS, P.A. Effect of cultivation on the number of weed viable in soil. *Weed Research*, Oxford, v.7, p.290-301, 1967.
- ROBERTS, H.A.; POTTER, M.E. Emergence patterns of weed seedlings in relation to cultivation and rainfall. *Weed Research*, Oxford, v.20, p.377-386, 1980.

- ROSSI, A.R.; RIOS, M.L. de.; MONDO, E.L. Control de malezas com mezclas de herbicidas pré-emergentes comerciales y experimentales em maize (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, CONGRESSO DE LA ASSOCIATION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 7, Belo Horizonte, 1984. Anais... Piracicaba: Gráfica e Editora, 1984. p.71.
- RUCKHEIM FILHO, O. Controle das plantas invasoras do milho. *Ipagro Informa*, Pelotas, v.20, p.61-65, set. 1978.
- SALES, J.L. Determinação dos períodos de interferência e integração de práticas culturais com herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1991. 151. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SALGADO, J.S. Efeito de sistemas de aração e de manejo da palhada do milho em propriedades físicas e químicas do solo e em características das plantas. Viçosa: UFV, 1979. 61p. (Tese-Mestrado).
- SALGADO, J.S.; FERNANDES, B.; SILVA, T.C.A. da; RESENDE, M. Comparação entre arado de aivêca e de discos no preparo de solo para a cultura do milho. *Revista Ceres*, Viçosa, v.30, n.170, p.261-267, 1983.
- SALVADOR, N. Consumo de energia na operação de subsolagem realizada antes e depois de sistemas de preparo periódico do solo. Botucatu: UNESP, 1992. 166p. (Tese-Doutorado em Energia na Agricultura).
- SCHWEIZER, E.E.; ZIMDAHL, R.L. Weed seed decline in irrigated soil after six years of continuous corn (*Zea mays* L.) and herbicides. *Weed Science*, New York, v.32, p.76-83, 1984.
- SEGUY, L.; SLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G.; BLUMENCHEIN, F.N.; DALL ACQUA, F.M. Técnicas de preparo de solo: Efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água, Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1984. 26p. (Circulat Técnica, 17).
- SILVA, J.B. Controle de plantas daninhas. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. Brasília, 1993. p.129-142.
- SILVA, J.B.; BALDEZ, L.C.G. Controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) com atrazine + metolachlor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. Resumos... Londrina: SBHED, 1993. p.193-194.

- SILVA, J.B.; PACHECO, C.A.P.; OLIVEIRA, A.C. Controle pré e pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho pipoca (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. Resumos... Londrina: SBHED, 1993. p.143-144.
- SILVA, J.F. da; SILVA, J.F. da. Herbicidas: plantas daninhas. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. Defensivos Agrícolas; utilização, toxicologia, legislação específica. Brasília: MEC/CAPES/ABEAS, 1986. 29p. (Módulo, 1).
- SILVA, J.B.; PIRES, N.M. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.14, n.164, p.17-20, 1990.
- SOUZA, F.R.S. de. Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1989. 80p. (Tese-Mestrado em .....).
- STEVENS, O.A. The number and weight of seeds produced by weeds. American Journal of Botany, Columbus, v.19, p.784-794, 1933.
- STIPP, S.R.; YAMADA, T. Nutrição e adubação do milho. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n.44, p.3-6, 1988.
- VAN DOREN, Jr. D.M.; RYDER, G.J. Factors affecting use of minimum tillage for corn. Agronomy Journal, Madison, n.54, p.447-450, 1962.
- VASCONCELOS, C.A.; FORTES, J.M. FERNANDES, J.; SANTOS, Z.T.; BASSO, L.C.; MALAVOLTA, E. Ocorrência de putrescina em folhas de milho, var. "Piranão" deficientes em potássio. Revista Ceres, Viçosa, v.24, n.131, p.88-93, 1980.
- VICTORIA FILHO, R. Controle das plantas daninhas na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L. Milho. Piracicaba: ESALQ/USP-FEALQ, 1990, P.50-56.
- VIEGAS, G.P. Práticas culturais. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Melhoramento e Produção do milho no Brasil. Piracicaba: ESALQ, 1980. p.376-428.
- WEAR, S.E.; HAMILL, A.S. Effects of soil pH on competitive ability and leaf nutrient content of corn (*Zea mays* L.) and three weed species. Weed Science, New York, v.33, p.447-51, 1985.
- WILLIAM, R.D. Fisiologia das plantas eficientes ( $C_4$ ) e ineficientes ( $C_3$ ). In: WARREN, G.F. Curso intensivo de ervas daninhas. Viçosa: UFV, 1973. p.168-179.
- WILSON, R.G.; KERR, E.D.; NELSON, L.A. Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. Weed Science, New York, v.33, p.171-175, 1985.

- WRUCKE, M.A.; ARNOLD, E. Weed species distribution as influenced by tillage and herbicides. *Weed Science*, New York, v.40, p.429-433, 1985.
- YENISH, J.P.; DOLL, J.D.; BUHLER, D.D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weeds seed in soil. *Weed Science*, New York, v.40. p.429-433, 1992.
- YOUNG, F.L.; WYSE, D.L.; JONES, R.T. Quackgrass (*Agropyron repens*) interference on corn (*Zea mays* L.). *Weed Science*, New York, v.32, n.2., p.226-234, 1981.
- ZANIN, C.; CANTELLE, A.; TONIOLO, L. Growth analysis parameters for studying weed competition in maize. In: EWRS SYMPOSIUM ON ECONOMIC WEED CONTROL, Wageningen, 1986. *Proceedings...* Wageningen, 1986. p.153-60,
- ZIMDAHL, R.L. *Weed crop competition: a review*. Corvallis: International Plant Protection Center; Oregon State University, 1980. 197p.