

**SIDNEI DOUGLAS CAVALIERI**

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AOS  
HERBICIDAS NICOSULFURON E ISOXAFLUTOLE**

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
JUNHO – 2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**SIDNEI DOUGLAS CAVALIERI**

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AOS  
HERBICIDAS NICOSULFURON E ISOXAFLUTOLE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
JUNHO – 2007**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

C376t Cavalieri, Sidnei Douglas  
Tolerância de híbridos de milho (*Zea mays* L.) aos herbicidas Nicosulfuron e Isoxaflutole / Sidnei Douglas Cavalieri. -- Maringá : [s.n.], 2007.  
77 f. : il. grafs., tabs.

Orientador : Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2007.

1. Seletividade de herbicidas. 2. Híbrido de milho - Produtividade. 3. Nicosulfuron. 4. Isoxaflutole. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. II. Título.

CDD 21.ed. 633.15

**SIDNEI DOUGLAS CAVALIERI**

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AOS  
HERBICIDAS NICOSULFURON E ISOXAFLUTOLE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de junho de 2007.

---

Prof. Dr. Jeferson Zagonel

---

Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho

---

Prof. Dr. Jamil Constantin

---

Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira  
Junior (Orientador)

Aos meus amados pais Cidines Cavaleri e Tereza Geraldi de Lima, pela educação, compreensão, carinho, dedicação e, principalmente, pela motivação a mim, que foi decisiva para alcançar mais este objetivo.

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me iluminar e me conduzir até esse momento, proporcionando-me força e sabedoria para enfrentar todas as dificuldades que a mim são confiadas.

A Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela excelente formação profissional proporcionada a mim através deste curso de Pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela ajuda financeira por meio da bolsa de estudos disponibilizada.

Ao amigo e professor Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr., pela oportunidade, confiança, orientação, amizade, companheirismo e valiosos ensinamentos científicos e profissionais; sendo um exemplo tanto pessoal como profissional, destacando-se por sua humildade.

Aos meus pais, por acreditarem em meu potencial, apoiando-me em todos os momentos de dificuldade e, principalmente, pelo amor dedicado a mim.

Ao amigo e professor Dr. Jamil Constantin, pelo apoio, integridade, compreensão e exemplo de seriedade na vida profissional, tendo contribuição essencial no planejamento dos experimentos.

Aos amigos e professores Jeferson Zagonel e Pedro Soares Vidigal Filho, pelas sugestões para enriquecimento deste trabalho.

Aos amigos membros do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM): Alexandre Gemelli, Ana Carolina Roso, Denis Fernando Biffe, Diego Gonçalves Alonso, Éder Blainski, Eslauco César Dvoranen, Fabiano Aparecido Rios, Gizelly Santos, Guilherme Resende, João Guilherme Zanetti de Arantes, Luiz Henrique Moraes Franchini, Meirielly Carpejani, Ricardo Braido e Rosecler Salete Canossa, pela forte amizade cultivada no decorrer desses anos e pela indispensável colaboração na condução dos experimentos realizados.

Aos amigos e funcionários da Universidade Estadual de Maringá, Luis Machado Homem e Milton Lopes da Silva, pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

A minha namorada Ítala Valéria Chaves de Garcia, pela compreensão e companheirismo em todos os momentos.

Aos amigos da Pós-graduação pela amizade e ajuda no decorrer das disciplinas cursadas.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma cooperaram para o planejamento e execução deste trabalho.

Muito obrigado.

## **BIOGRAFIA**

SIDNEI DOUGLAS CAVALIERI, filho de Cidines Cavalieri e Tereza Geraldi de Lima, nasceu em Goioerê, Paraná, aos vinte e oito dias do mês de julho de 1982.

Em março de 2001, iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Estadual de Maringá-UEM. Durante a graduação participou de diversos projetos de pesquisa na área de Ciência das Plantas Daninhas, sob a orientação dos Professores Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr e Dr. Jamil Constantin, sendo bolsista de iniciação científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) no período de setembro de 2003 até agosto de 2005. Graduou-se em Agronomia em 17 de fevereiro de 2006.

Em março de 2006, iniciou o curso de Pós-graduação em Agronomia em nível de Mestrado, área de concentração em Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá – Maringá - PR.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO I .....	2
TOLERÂNCIA DIFERENCIAL DE HÍBRIDOS DE MILHO ( <i>Zea mays</i> L.) AO HERBICIDA NICOSULFURON .....	2
Resumo .....	2
1 INTRODUÇÃO .....	3
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	7
2.1 Experimento em casa-de-vegetação .....	7
2.2 Experimento em campo .....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
3.1 Experimento em casa-de-vegetação .....	18
3.2 Experimento em campo .....	28
REFERÊNCIAS .....	38
CAPÍTULO II .....	42
TOLERÂNCIA DIFERENCIAL DE HÍBRIDOS DE MILHO ( <i>Zea mays</i> L.) AO HERBICIDA ISOXAFLUTOLE .....	42
Resumo .....	42
1 INTRODUÇÃO .....	44
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	49
2.1 Experimento em casa-de-vegetação .....	49
2.2 Experimento em campo .....	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
3.1 Experimento em casa-de-vegetação .....	56

3.2 Experimento em campo .....	65
REFERÊNCIAS .....	72
CONCLUSÕES .....	76

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1	Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento em casa-de-vegetação (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006 .....	8
Tabela 2	Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada (FRANS, 1972) .....	9
Tabela 3	Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos avaliados ....	10
Tabela 4	Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento em campo (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006 .....	14
Tabela 5	Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	22
Tabela 6	Produção de massa seca de parte aérea relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	23
Tabela 7	Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta produção de massa seca relativa de parte aérea (MSPA), dentro da dose de 30 g ha <sup>-1</sup> de nicosulfuron .....	26
Tabela 8	Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta produção de massa seca relativa de parte aérea (MSPA), dentro da dose de 60 g ha <sup>-1</sup> de nicosulfuron .....	27

Tabela 9	Altura das plantas (cm), em três épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	32
Tabela 10	Diâmetro de colmo (mm) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 28 dias após a aplicação (DAA) em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	33
Tabela 11	Número de espigas por hectare por ocasião da colheita de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	35
Tabela 12	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) de milho por ocasião da colheita de híbridos submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	36

## CAPÍTULO II

Tabela 1	Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento de casa-de-vegetação (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006 .....	50
Tabela 2	Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos avaliados ....	52
Tabela 3	Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento de campo (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006 .....	53
Tabela 4	Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas dos híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	58
Tabela 5	Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 21 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	59
Tabela 6	Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 32 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	60

Tabela 7	Produção de massa seca relativa de parte aérea (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 32 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	62
Tabela 8	Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta matéria seca da parte aérea (MSPA), na dose de 120 g ha <sup>-1</sup> de isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	64
Tabela 9	Estande (plantas m <sup>-1</sup> ) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 7 dias após a aplicação (DAA). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	67
Tabela 10	Altura das plantas (cm), em duas épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Dados transformados para log (x) aos 28 dias após a aplicação (DAA), com a média original entre parênteses. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	68
Tabela 11	Diâmetro de colmo (mm) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 77 dias após a aplicação (DAA), com a média original entre parênteses. Dados transformados para log (x). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	68
Tabela 12	Número de espigas por hectare, por ocasião da colheita, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	69
Tabela 13	Umidade dos grãos (%) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	69
Tabela 14	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) de milho por ocasião da colheita de híbridos submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 .....	70

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1 Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 7 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 ..... 19
- Figura 2 Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 ..... 20
- Figura 3 Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, em três épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 ..... 30

### CAPÍTULO II

- Figura 1 Índices de fitointoxicação relativa (%) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 7 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 ..... 57
- Figura 2 Índices de fitointoxicação (%), em quatro épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007 ..... 66

## RESUMO

CAVALIERI, S.D., M.S., Universidade Estadual de Maringá, junho de 2007. **Tolerância de híbridos de milho (*Zea mays* L.) aos herbicidas nicosulfuron e isoxaflutole.** Professor Orientador: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior. Co-orientador: Dr. Jamil Constantin.

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a tolerância de híbridos de milho aos herbicidas nicosulfuron e isoxaflutole e relacionar estudos de seletividade desses herbicidas conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo. Para cada um dos herbicidas, foi realizado um estudo envolvendo duas etapas, sendo a primeira conduzida em casa-de-vegetação e a segunda em campo. Em casa-de-vegetação, os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial de 33x3 para o nicosulfuron e 23x3 para o isoxaflutole com quatro repetições, sendo que o primeiro fator foi constituído pelos híbridos de milho e o segundo pelas doses dos herbicidas. Após a aplicação dos herbicidas, foram avaliados os sintomas de fitointoxicação, a altura e a massa seca de parte aérea das plantas. Em campo, o experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (5x3) com seis repetições para ambos os herbicidas, em que os fatores eram constituídos por cinco híbridos de milho, selecionados a partir dos resultados de acúmulo de massa seca de parte aérea em casa-de-vegetação, e três doses herbicidas. Após a aplicação dos herbicidas, foram avaliados o estande, o desenvolvimento e produtividade dos híbridos. Por meio dos resultados obtidos em casa-de-vegetação, foi possível agrupar os híbridos em diferentes níveis de tolerância para cada herbicida e constatar as procedências e os tipos de híbridos mais sensíveis aos herbicidas. Com relação à produtividade, verificou-se que o híbrido B 761 apresentou

redução significativa (17,4%) quando submetido à dose de 60 g ha<sup>-1</sup> do nicosulfuron. Nenhuma interação significativa entre híbridos e doses de isoxaflutole foi verificada para produtividade, porém, na média de todos os híbridos avaliados, houve efeito negativo da dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. Constatou-se que resultados obtidos em casa-de-vegetação não corroboram resultados de experimentos conduzidos em campo, onde a principal variável-resposta avaliada é a produtividade de grãos.

Palavras-chave: sulfoniluréias, isoxazoles, produtividade.

## ABSTRACT

CAVALIERI, S.D., M.S., Universidade Estadual de Maringá, June, 2007. **Tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids to nicosulfuron and isoxaflutole.** Adviser: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior. Co-adviser: Dr. Jamil Constantin.

The selectivity of herbicides is the basis for the success of chemical weed control in agriculture, and it is also considered the differential response of several plant species to a certain herbicide. This paper was aimed at evaluating the tolerance of corn hybrids to the herbicides nicosulfuron and isoxaflutole and also relating studies of these herbicides' selectivity in greenhouse with studies developed on the field. For each herbicide, a two-step trial was run. The first step was performed in greenhouse and the second one on the field. In greenhouse conditions, experiments were carried out in a randomized block design with factorial scheme 33x3 for nicosulfuron and 23x3 for isoxaflutole with four replications, being the first factor constituted of corn hybrids and the second of herbicides rates. After herbicides application, the symptoms of phytointoxication, plant height, and stem biomass were evaluated. On field conditions, the experiments were carried out in a randomized block design in a factorial scheme (5x3) with six replications for both herbicides. The factors were constituted of five corn hybrids, selected from greenhouse results, and three herbicides rates. After herbicides application, the effects of herbicides on plant growth and crop yield of different hybrids were evaluated. By analyzing the results obtained in greenhouse, it was possible to group the hybrids into different levels of tolerance for each herbicide and also identify the precedence and types of hybrids which were more sensitive to the herbicides. In relation to crop yield, the hybrid B 761 presented significant reduction (17,4%) under 60 g ha<sup>-1</sup> nicosulfuron treatment. No significant interaction among hybrids and isoxaflutole rates was observed. However, there was negative effect of the 120 g ha<sup>-1</sup> rate. Selectivity experiments

carried out under greenhouse conditions do not necessarily show similar results on the field when crop yield is evaluated.

**Key-words:** sulfonylureas, isoxazoles, crop yield.

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, principalmente, em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos.

Cultura das mais tradicionais ocupa posição significativa quanto ao valor da produção agropecuária, área cultivada e volume produzido, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. No entanto, apesar de sua grande importância, da evolução gradativa das quantidades produzidas e dos produtividades obtidos, as produtividades conseguidas ainda não traduzem o potencial genético das cultivares recomendados pela pesquisa.

Dentro deste contexto, a interferência exercida pelas plantas daninhas possui grande participação, em decorrência da não realização de seu controle ou realização de forma inadequada.

Portanto, o controle de plantas daninhas é uma necessidade de ordem econômica. Em razão da escassez e do elevado custo da mão-de-obra, é necessária a utilização do método químico, mediante o uso de herbicidas que permite a execução dessa operação agrícola em tempo oportuno e de forma satisfatória.

Sendo assim, o estudo da seletividade dos herbicidas para a cultura torna-se de grande importância, pois é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola. Uma vez que o nível de tolerância das culturas a um tratamento específico determina a seletividade, quanto maior a diferença de tolerância entre cultura e planta daninha, há maior segurança no uso da tecnologia dos herbicidas.

Considerando a hipótese de que há variabilidade na tolerância de híbridos de milho aos herbicidas nicosulfuron e isoxaflutole, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a intensidade desta diferença e relacionar estudos de seletividade desses herbicidas conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo, no que se refere ao desenvolvimento e à produtividade dos híbridos.

## CAPÍTULO I

### TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AO HERBICIDA NICOSULFURON

**RESUMO.** O objetivo do presente trabalho foi avaliar a tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron e relacionar estudos de seletividade desse herbicida conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo. Para isso, foi realizado um trabalho envolvendo duas etapas, uma conduzida em casa-de-vegetação e a outra em campo. Em casa-de-vegetação, os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial de 33x3 com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído por híbridos de milho e o segundo por doses do herbicida (0, 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação do herbicida, foram avaliados os sintomas de fitointoxicação, a altura e a massa seca de parte aérea das plantas. Em campo, o experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (5x3) com seis repetições, em que os fatores eram constituídos por cinco híbridos de milho, selecionados a partir dos resultados de acúmulo de massa seca de parte aérea em casa-de-vegetação, e três doses herbicidas (0, 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação do herbicida, foram avaliados o estande, o desenvolvimento e produtividade dos híbridos. Por meio dos resultados obtidos em casa-de-vegetação, foi possível agrupar os híbridos em diferentes níveis de tolerância e constatar que, em média, as procedências Balu e Coodetec e os híbridos duplos foram mais sensíveis ao herbicida. Com relação à produtividade, verificou-se que o híbrido B 761 apresentou redução significativa (17,4%) na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> do nicosulfuron. Ao avaliar a seletividade do nicosulfuron em híbridos de milho, é necessária a etapa de campo para verificar se os tratamentos herbicidas têm influência sobre a produtividade de grãos.

Palavras-chave: seletividade, sulfonilurías, inibidores da ALS, *Zea mays*

## 1 INTRODUÇÃO

O nicosulfuron 2-(4,6-dimetoxipirimidina-2-il-carbamoylsulfamoyl)-N,N-dimetilnicotinamida, do grupo químico das sulfoniluréias, é um herbicida sistêmico que se destaca entre os principais pós-emergentes utilizados atualmente na cultura do milho, sendo utilizado principalmente para o controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Os herbicidas deste grupo inibem a acetolactato sintase (ALS), a primeira enzima comum à rota de biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina, em plantas e microrganismos (ANDERSON et al., 1998).

A seletividade dos herbicidas do grupo das sulfoniluréias para as culturas baseia-se nas diferentes taxas de metabolização dos mesmos pelas plantas (OBRIGAWITCH et al., 1990; CAREY et al., 1997) e na velocidade de absorção e de translocação nos vegetais. Espécies tolerantes detoxificam rapidamente estes herbicidas, transformando-os em compostos não fitotóxicos pela ação do citocromo P450 monooxigenase, em reações de hidroxilação e glioxilação (FONNE-PFISTER et al., 1990). O principal mecanismo das plantas na metabolização de sulfoniluréias parece ser a hidroxilação, que frequentemente resulta em detoxificação do herbicida (HARMS et al., 1990). No entanto, em alguns casos, reações de glicosilação são também requeridas para completar a detoxificação (BROW et al., 1991). Plantas de milho metabolizam 90% do nicosulfuron absorvido pelas folhas, enquanto plantas de *Sorghum halepense* não metabolizam o herbicida (OBRIGAWITCH et al., 1990).

Em condições de déficit hídrico, as plantas reduzem a degradação do herbicida e mantêm o produto absorvido na forma ativa, afetando a enzima ALS, com conseqüentes injúrias nos tecidos. Em condições de alta temperatura do ar, aumenta a absorção, a translocação e a acumulação de nicosulfuron em plantas de *Erythrina repens* (BRUCE et al., 1996), mas também aumenta a inativação metabólica do herbicida em plantas de milho (FAHL; CARELLI, 1997).

A aplicação de herbicidas em pós-emergência da cultura do milho surgiu e se fortaleceu recentemente como uma ferramenta para o controle de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI; MENDONÇA, 2001). Contudo, a adoção desses agroquímicos, principalmente das sulfoniluréias, requer a observação de alguns fatores, tais como o híbrido utilizado, o estágio fenológico da cultura no instante da aplicação e o intervalo entre a aplicação do herbicida e a do inseticida organofosforado ou da adubação nitrogenada de cobertura, que, quando negligenciados, podem interferir em sua seletividade e causar fitointoxicação à cultura (LÓPEZ OVEJERO et al., 2003).

A tolerância dos híbridos de milho aos herbicidas pós-emergentes do grupo das sulfoniluréias é bastante variável, podendo ser elevada para alguns e reduzida para outros. Híbridos considerados tolerantes a estes herbicidas podem apresentar sensibilidade, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, do ambiente e da dose utilizada (MORTON; HARVEY, 1992; GUBBIGA et al., 1995). Na maioria dos híbridos, a tolerância é mais acentuada nos estádios iniciais de desenvolvimento (MCMULLAN; BLACKSHAW, 1995; SPADER; VIDAL, 2001).

Aplicando nicosulfuron nas doses de 0, 20, 30 e 40 g ha<sup>-1</sup> no híbrido de milho P3063, no estágio até seis folhas expandidas, Buzatti (2000) não observou redução na produtividade. No entanto, quando a aplicação foi realizada a partir da sétima folha expandida, foi constatada redução na produtividade de grãos.

Por outro lado, Spader e Vidal (2001), aplicando nicosulfuron nas doses de 60 e 80 g ha<sup>-1</sup> em três estádios de desenvolvimento do milho: três, seis e nove folhas totalmente expandidas, observaram que o herbicida causou a redução do número de grãos por espiga quando aplicado no estágio de nove folhas expandidas em relação aos estádios de três e seis folhas expandidas, reduzindo também a massa de grãos, quando aspergido nos estádios de seis e nove folhas expandidas, em relação ao estágio de três folhas expandidas. Em relação à produtividade, estes mesmos autores verificaram também que, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, o nicosulfuron reduziu a produtividade de grãos de milho quando aplicado no estágio de nove folhas expandidas em relação aos demais estádios. Já na dose

de 80 g ha<sup>-1</sup>, a produtividade de grãos foi afetada nos estádios de seis e nove folhas expandidas, quando comparado à aplicação no estádio de três folhas expandidas. Desta forma, a produtividade de grãos foi dependente da dose utilizada no estádio de seis e nove folhas expandidas, mas não foi afetada pelo herbicida quando aspergido em plantas no estádio de três folhas expandidas.

Em estudos com milho-doce, Sullivan e Bouw (1997) verificaram que plantas tratadas com nicosulfuron na dose de 50 g ha<sup>-1</sup>, aplicado nos estádios de cinco e sete folhas expandidas, apresentaram diversos sintomas de injúria, enquanto aquelas tratadas com 25 g ha<sup>-1</sup>, nos mesmos estádios, foram pouco afetadas. Por outro lado, em estudos realizados por Monks et al. (1992) com nicosulfuron, aplicado na dose de 35 g ha<sup>-1</sup>, em oito cultivares de milho doce, verificou-se a morte de um das cultivares avaliadas (cv. Merit), quatro semanas após a aplicação.

Segundo hipótese elaborada por Spader e Vidal (2001), plantas em estádios mais avançados de desenvolvimento possuem a habilidade de interceptar e absorver maior quantidade do herbicida do que aquelas pulverizadas em estádios mais precoces, devido à maior área foliar disponível durante as aplicações. Possivelmente, a intensa atividade fotossintética nesses estádios de desenvolvimento contribui para a elevada translocação do herbicida das folhas aos meristemas. Tal hipótese é subsidiada pelas observações de Gallaher (1999) que verificou que o movimento do nicosulfuron para regiões meristemáticas contribuiu para maior atividade do herbicida, uma vez que a ALS é mais ativa nos tecidos em desenvolvimento.

O nicosulfuron é translocado no interior dos vegetais através dos vasos do floema, juntamente com carboidratos formados na fotossíntese, principalmente a sacarose. Plantas mais desenvolvidas apresentam maior área foliar fotossinteticamente ativa e produzem maior quantidade de fotoassimilados. Conseqüentemente, o transporte destes produtos das folhas até as regiões de demanda da planta é mais intenso. Assim, o herbicida absorvido é translocado com maior intensidade nas plantas mais desenvolvidas, atingindo os locais de

ação antes de ser metabolizado pelas plantas de milho, causando injúria nas espigas durante a diferenciação floral (SPADER; VIDAL, 2001).

Ao comparar aspectos biológicos e produtivos de nove híbridos de milho (BR 106, 205, 201, 206, 92HDIQPM, HT 2X, CMS 473, AG 106 e XL 604), após aplicação da dose de 80 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, Damião Filho et al. (1996) verificaram que a produtividade estimada dos híbridos não foi afetada pela aplicação do produto. Por outro lado, para o milho pipoca IAC 112, Kawazaki (2001) não observou redução na produtividade da cultura quando foi manejada com nicosulfuron na dose de 24 g ha<sup>-1</sup>, em mistura com atrazine. De forma análoga, Pereira Filho et al. (2000), em trabalho avaliando doses de 50, 60 e 70 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, concluíram que o herbicida pode ser aplicado para controle de plantas daninhas em híbridos de milho BRS 3060, 3101, 2114 e 2110, sem causar danos significativos ao desenvolvimento e à produção da cultura.

Em relação à mistura de tanque entre o nicosulfuron e inseticidas organofosforados, tal interação promove, no milho, uma taxa de metabolização mais lenta do nicosulfuron, acarretando menor tolerância da planta ao herbicida (DIEHL; STOLLER, 1990). A ocorrência de injúrias em plantas de milho após aplicação do nicosulfuron em mistura com inseticidas tem sido atribuída à inibição da hidroxilação do nicosulfuron ou ao aumento da absorção e translocação do herbicida pelas plantas (MORELAND et al., 1993).

Com base no exposto, devido à necessidade de mais informações a respeito da utilização do herbicida nicosulfuron em aplicações em pós-emergência sobre a cultura do milho, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron e relacionar estudos de seletividade desse herbicida conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo, no que se refere ao desenvolvimento e à produtividade dos híbridos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi composto por duas etapas: a primeira conduzida em casa-de-vegetação do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM), no município de Maringá, PR, situada a 23°25'31" de latitude sul, 51°56'19" de longitude oeste de Greenwich e a 542 m de altitude; e a segunda a campo, em uma propriedade localizada aproximadamente 2 km da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), no município de Iguatemi, PR, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, a 23°25'17" de latitude sul, 51°57'08" de longitude oeste de Greenwich e a 550 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima para ambas as localidades é do tipo CW'a, mesotérmico úmido, com chuvas de verão e de outono e verão quente.

### 2.1 Experimento em casa-de-vegetação

Foram utilizadas amostras deformadas de solo provenientes da camada de 0 a 0,20m de profundidade de um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura areia franca. As amostras foram coletadas em área com conhecido histórico de uso sob semeadura direta.

Após a coleta das amostras, o solo foi peneirado em malha de 2 mm para separação de torrões, raízes e palha. Após o preparo, as amostras foram submetidas à análises para determinar suas características químicas e granulométrica (Tabela 1). O experimento foi conduzido no período de 09/09/05 a 24/10/05.

Tabela 1 – Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento em casa-de-vegetação (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006.

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	P	C	
CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						(mg dm <sup>-3</sup> )	(g dm <sup>-3</sup> )	
5,6	6,4	0,0	2,54	2,88	0,62	0,38	3,88	6,42	104,0	7,11
Areia grossa		Areia fina			Silte		Argila			
(g kg <sup>-1</sup> )										
430		370			60		140			

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

As unidades experimentais foram constituídas por vasos com capacidade de 5 dm<sup>3</sup>, onde foram semeadas 5 sementes de milho por vaso, à profundidade de aproximadamente 2 cm. A semeadura foi efetuada com sementes tratadas com imidacloprid na dose de 480 g para cada 100 kg de sementes. Após a emergência da plantas, procedeu-se o desbaste, deixando apenas duas plantas por vaso.

Quando a maioria das plantas de milho apresentavam-se com 6 folhas totalmente expandidas, aplicou-se o nicosulfuron utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 207 kPa, equipado com três pontas XR 110.02, espaçadas de 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m da superfície do alvo, aplicando-se o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de céu claro, velocidade do vento inferior a 5 km h<sup>-1</sup>, solo úmido, temperatura do ar de 25°C e umidade relativa de 84%.

No experimento foram avaliados 33 híbridos de milho provenientes de diferentes empresas: 2A 525, 2B 170, 2C 599, CO 32, P 30F33, P 30F90, P 30F98, A 010, A 015, A 2555, AG 7000, AG 8081, AG 8060, AG 9090, AS 1548, AS 1565, AS 1567, AS 1570, AS 1575, B 184, B 551, B 761, BRS 3003, BRS 3150, CD 304, CD 308, Ocepar 705, Fort, Garra, Maximus, Penta, Tork e SG 6418.

Eles foram combinados em esquema fatorial com três doses do herbicida nicosulfuron (0, 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>), no delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 396 unidades experimentais.

A fitointoxicação das plantas aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), a altura e a massa seca de parte aérea das plantas de cada vaso aos 14 DAA foram avaliadas. A massa seca de parte aérea foi obtida a partir da colheita do material vegetal presente nos vasos, com posterior secagem em estufa a 70°C por 48 horas. As avaliações de altura e massa seca foram corrigidas para valores percentuais por meio da comparação dos valores obtidos nos tratamentos herbicidas com os valores da testemunha (dose 0 g ha<sup>-1</sup>), considerada 100%. As avaliações de fitointoxicação (Tabela 2) foram realizadas com base na escala EWRC modificada (FRANS, 1972).

Tabela 2 – Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada (FRANS, 1972).

Índice de avaliação	Descrição de fitointoxicação
1	Nula
2	Leve
3	Média
4	Forte
5	Severa

Os dados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros, utilizando-se o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1999). Para análise dos dados, utilizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999). Foram feitas também análises por contrastes em cada uma das doses herbicidas avaliadas (30 e

60 g ha<sup>-1</sup>), levando em consideração somente a avaliação de produção de massa seca da parte aérea em relação à testemunha.

A análise por contrastes objetivou comparar grupos de híbridos segundo sua procedência e tipo (Tabela 3), sendo que, entre os tipos de híbridos utilizados neste trabalho, Borém e Miranda (2005) relatam que o híbrido simples é obtido mediante o cruzamento de duas linhagens endogâmicas, que o híbrido simples modificado é obtido mediante o cruzamento de um híbrido entre duas progênies irmãs da mesma linhagem, isto é, (A x A'), utilizado como progenitor feminino com outra linhagem (B) ou também um híbrido entre duas progênies irmãs (B x B'), utilizado como progenitor masculino, que o híbrido triplo é obtido do cruzamento de um híbrido simples (A x B) com uma terceira linhagem C, e que o híbrido duplo é obtido do cruzamento de dois híbridos simples (A x B) x (C x D) envolvendo quatro linhagens endogâmicas.

Tabela 3 – Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos avaliados.

Contrastes	Componentes de cada grupo nos contrastes			
	Híbridos			
$\hat{C}_1$	Agroceceres	vs	Agroeste	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575
$\hat{C}_2$	Agroceceres	vs	Balu	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs B 184, B551 e B 761
$\hat{C}_3$	Agroceceres	vs	Coodetec	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs CD 304, CD 308 e Ocepar 705
$\hat{C}_4$	Agroceceres	vs	Dow	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs 2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32
$\hat{C}_5$	Agroceceres	vs	Embrapa	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_6$	Agroceceres	vs	Guerra	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs SG 6418
$\hat{C}_7$	Agroceceres	vs	Nidera	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_8$	Agroceceres	vs	Pionner	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_9$	Agroceceres	vs	Syngenta	AG 7000, AG 8021, AG 8060 e AG 9090 vs Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{10}$	Agroeste	vs	Balu	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575 vs B 184, B551 e B 761
$\hat{C}_{11}$	Agroeste	vs	Coodetec	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575 vs CD 304, CD 308 e Ocepar 705
$\hat{C}_{12}$	Agroeste	vs	Dow	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575 vs 2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32
$\hat{C}_{13}$	Agroeste	vs	Embrapa	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575 vs BRS 3003 e BRS 3150

Tabela 3, Cont.

$\hat{C}_{14}$	Agroeste	vs	Guerra	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575	vs	SG 6418
$\hat{C}_{15}$	Agroeste	vs	Nidera	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{16}$	Agroeste	vs	Pionner	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575	vs	P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_{17}$	Agroeste	vs	Syngenta	AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570 e AS 1575	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{18}$	Balu	vs	Coodetec	B 184, B551 e B 761	vs	CD 304, CD 308 e Ocepar 705
$\hat{C}_{19}$	Balu	vs	Dow	B 184, B551 e B 761	vs	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32
$\hat{C}_{20}$	Balu	vs	Embrapa	B 184, B551 e B 761	vs	BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_{21}$	Balu	vs	Guerra	B 184, B551 e B 761	vs	SG 6418
$\hat{C}_{22}$	Balu	vs	Nidera	B 184, B551 e B 761	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{23}$	Balu	vs	Pionner	B 184, B551 e B 761	vs	P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_{24}$	Balu	vs	Syngenta	B 184, B551 e B 761	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{25}$	Coodetec	vs	Dow	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32
$\hat{C}_{26}$	Coodetec	vs	Embrapa	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_{27}$	Coodetec	vs	Guerra	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	SG 6418
$\hat{C}_{28}$	Coodetec	vs	Nidera	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{29}$	Coodetec	vs	Pionner	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_{30}$	Coodetec	vs	Syngenta	CD 304, CD 308 e Ocepar 705	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{31}$	Dow	vs	Embrapa	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32	vs	BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_{32}$	Dow	vs	Guerra	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32	vs	SG 6418
$\hat{C}_{33}$	Dow	vs	Nidera	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{34}$	Dow	vs	Pionner	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32	vs	P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_{35}$	Dow	vs	Syngenta	2A 525, 2B 170, 2C 599 e CO 32	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{36}$	Embrapa	vs	Guerra	BRS 3003 e BRS 3150	vs	SG 6418
$\hat{C}_{37}$	Embrapa	vs	Nidera	BRS 3003 e BRS 3150	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{38}$	Embrapa	vs	Pionner	BRS 3003 e BRS 3150	vs	30F33, 30F90 e 30F98
$\hat{C}_{39}$	Embrapa	vs	Syngenta	BRS 3003 e BRS 3150	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{40}$	Guerra	vs	Nidera	SG 6418	vs	A 010, A 015 e A 2555
$\hat{C}_{41}$	Guerra	vs	Pionner	SG 6418	vs	P 30F33, P 30F90 e P 30F98
$\hat{C}_{42}$	Guerra	vs	Syngenta	SG 6418	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{43}$	Nidera	vs	Pionner	A 010, A 015 e A 2555	vs	30F33, 30F90 e 30F98
$\hat{C}_{44}$	Nidera	vs	Syngenta	A 010, A 015 e A 2555	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork
$\hat{C}_{45}$	Pionner	vs	Syngenta	30F33, 30F90 e 30F98	vs	Fort, Garra, Maximus, Penta e Tork

Tabela 3, Cont.

				Tipo de híbridos		
$\hat{C}_{46}$	Simples	vs	Duplos	AG 7000, AG 8021, AG 8060, AG 9090, AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570, AS 1575, 2A 525, 2B 170, 2C 599, A 015, A 2555, P 30F33, P 30F90, Fort, Maximus, Penta e Tork	vs	B 184, B551, B 761, CD 308 e Ocepar 705
$\hat{C}_{47}$	Simples	vs	Triplos	AG 7000, AG 8021, AG 8060, AG 9090, AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570, AS 1575, 2A 525, 2B 170, 2C 599, A 015, A 2555, P 30F33, P 30F90, Fort, Maximus, Penta e Tork	vs	CD304, CO 32, BRS 3003, BRS 3150, SG 6418 e A 010
$\hat{C}_{48}$	Simples	vs	Simples modificado	AG 7000, AG 8021, AG 8060, AG 9090, AS 1548, AS 1565, AS1567, AS 1570, AS 1575, 2A 525, 2B 170, 2C 599, A 015, A 2555, P 30F33, P 30F90, Fort, Maximus, Penta e Tork	vs	P 30F98
$\hat{C}_{49}$	Duplos	vs	Triplos	B 184, B551, B 761, CD 308 e Ocepar 705	vs	CD304, CO 32, BRS 3003, BRS 3150, SG 6418 e A 010
$\hat{C}_{50}$	Duplos	vs	Simples modificado	B 184, B551, B 761, CD 308 e Ocepar 705	vs	P 30F98
$\hat{C}_{51}$	Triplos	vs	Simples modificado	CD304, CO 32, BRS 3003, BRS 3150, SG 6418 e A 010	vs	P 30F98

Abaixo são descritos os contrastes estudados, onde  $\hat{C}_n$  é a estimativa do contraste e  $\hat{\mu}$  é a média de cada tratamento:

$$\hat{C}_1 = 5\hat{\mu}_{AG7000} + 5\hat{\mu}_{AG8021} + 5\hat{\mu}_{AG8060} + 5\hat{\mu}_{AG9090} - 4\hat{\mu}_{AS1848} - 4\hat{\mu}_{AS1565} - 4\hat{\mu}_{AS1567} - 4\hat{\mu}_{AS1570} - 4\hat{\mu}_{AS1575};$$

$$\hat{C}_2 = 4\hat{\mu}_{B184} + 4\hat{\mu}_{B551} + 4\hat{\mu}_{B761} - 3\hat{\mu}_{AG7000} - 3\hat{\mu}_{AG8021} - 3\hat{\mu}_{AG8060} - 3\hat{\mu}_{AG9090};$$

$$\hat{C}_3 = 4\hat{\mu}_{CD304} + 4\hat{\mu}_{CD308} + 4\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 3\hat{\mu}_{AG7000} - 3\hat{\mu}_{AG8021} - 3\hat{\mu}_{AG8060} - 3\hat{\mu}_{AG9090};$$

$$\hat{C}_4 = \hat{\mu}_{2A525} + \hat{\mu}_{2B170} + \hat{\mu}_{2C599} + \hat{\mu}_{CO32} - \hat{\mu}_{AG7000} - \hat{\mu}_{AG8021} - \hat{\mu}_{AG8060} - \hat{\mu}_{AG9090};$$

$$\hat{C}_5 = \hat{\mu}_{AG7000} + \hat{\mu}_{AG8021} + \hat{\mu}_{AG8060} + \hat{\mu}_{AG9090} - 2\hat{\mu}_{BRS3003} - 2\hat{\mu}_{BRS3150};$$

$$\hat{C}_6 = \hat{\mu}_{AG7000} + \hat{\mu}_{AG8021} + \hat{\mu}_{AG8060} + \hat{\mu}_{AG9090} - 4\hat{\mu}_{SG6418};$$

$$\hat{C}_7 = 4\hat{\mu}_{A010} + 4\hat{\mu}_{A015} + 4\hat{\mu}_{A2555} - 3\hat{\mu}_{AG7000} - 3\hat{\mu}_{AG8021} - 3\hat{\mu}_{AG8060} - 3\hat{\mu}_{AG9090};$$

$$\hat{C}_8 = 4\hat{\mu}_{P30F33} + 4\hat{\mu}_{P30F90} + 4\hat{\mu}_{P30F98} - 3\hat{\mu}_{AG7000} - 3\hat{\mu}_{AG8021} - 3\hat{\mu}_{AG8060} - 3\hat{\mu}_{AG9090};$$

$$\hat{C}_9 = 5\hat{\mu}_{AG7000} + 5\hat{\mu}_{AG8021} + 5\hat{\mu}_{AG8060} + 5\hat{\mu}_{AG9090} - 4\hat{\mu}_{FORT} - 4\hat{\mu}_{GARRA} - 4\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 4\hat{\mu}_{PENTA} - 4\hat{\mu}_{TORK};$$

$$\hat{C}_{10} = 5\hat{\mu}_{B184} + 5\hat{\mu}_{B551} + 5\hat{\mu}_{B761} - 3\hat{\mu}_{AS1848} - 3\hat{\mu}_{AS1565} - 3\hat{\mu}_{AS1567} - 3\hat{\mu}_{AS1570} - 3\hat{\mu}_{AS1575};$$

$$\hat{C}_{11} = 5\hat{\mu}_{CD304} + 5\hat{\mu}_{CD308} + 5\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 3\hat{\mu}_{AS1848} - 3\hat{\mu}_{AS1565} - 3\hat{\mu}_{AS1567} - 3\hat{\mu}_{AS1570} - 3\hat{\mu}_{AS1575};$$

$$\hat{C}_{12} = 5\hat{\mu}_{2A525} + 5\hat{\mu}_{2B170} + 5\hat{\mu}_{2C599} + 5\hat{\mu}_{CO32} - 4\hat{\mu}_{AS1848} - 4\hat{\mu}_{AS1565} - 4\hat{\mu}_{AS1567} - 4\hat{\mu}_{AS1570} - 4\hat{\mu}_{AS1575};$$

$$\begin{aligned}
\hat{C}_{13} &= 5\hat{\mu}_{BRS3003} + 5\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{AS1848} - 2\hat{\mu}_{AS1565} - 2\hat{\mu}_{AS1567} - 2\hat{\mu}_{AS1570} - 2\hat{\mu}_{AS1575} ; \\
\hat{C}_{14} &= \hat{\mu}_{AS1848} + \hat{\mu}_{AS1565} + \hat{\mu}_{AS1567} + \hat{\mu}_{AS1570} + \hat{\mu}_{AS1575} - 5\hat{\mu}_{SG6418} ; \\
\hat{C}_{15} &= 3\hat{\mu}_{AS1848} + 3\hat{\mu}_{AS1565} + 3\hat{\mu}_{AS1567} + 3\hat{\mu}_{AS1570} + 3\hat{\mu}_{AS1575} - 5\hat{\mu}_{A010} - 5\hat{\mu}_{A015} - 5\hat{\mu}_{A2555} ; \\
\hat{C}_{16} &= 3\hat{\mu}_{AS1848} + 3\hat{\mu}_{AS1565} + 3\hat{\mu}_{AS1567} + 3\hat{\mu}_{AS1570} + 3\hat{\mu}_{AS1575} - 5\hat{\mu}_{P30F33} - 5\hat{\mu}_{P30F90} - 5\hat{\mu}_{P30F98} ; \\
\hat{C}_{17} &= \hat{\mu}_{AS1848} + \hat{\mu}_{AS1565} + \hat{\mu}_{AS1567} + \hat{\mu}_{AS1570} + \hat{\mu}_{AS1575} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{GARRA} - \hat{\mu}_{MAXIMUS} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{TORK} ; \\
\hat{C}_{18} &= \hat{\mu}_{B184} + \hat{\mu}_{B551} + \hat{\mu}_{B761} - \hat{\mu}_{CD304} - \hat{\mu}_{CD308} - \hat{\mu}_{OCEPAR705} ; \\
\hat{C}_{19} &= 4\hat{\mu}_{B184} + 4\hat{\mu}_{B551} + 4\hat{\mu}_{B761} - 3\hat{\mu}_{2A525} - 3\hat{\mu}_{2B170} - 3\hat{\mu}_{2C599} - 3\hat{\mu}_{CO32} ; \\
\hat{C}_{20} &= 3\hat{\mu}_{BRS3003} + 3\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{B184} - 2\hat{\mu}_{B551} - 2\hat{\mu}_{B761} ; \\
\hat{C}_{21} &= 3\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{B184} - \hat{\mu}_{B551} - \hat{\mu}_{B761} ; \\
\hat{C}_{22} &= \hat{\mu}_{A010} + \hat{\mu}_{A015} + \hat{\mu}_{A2555} - \hat{\mu}_{B184} - \hat{\mu}_{B551} - \hat{\mu}_{B761} ; \\
\hat{C}_{23} &= \hat{\mu}_{P30F33} + \hat{\mu}_{P30F90} + \hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{B184} - \hat{\mu}_{B551} - \hat{\mu}_{B761} ; \\
\hat{C}_{24} &= 5\hat{\mu}_{B184} + 5\hat{\mu}_{B551} + 5\hat{\mu}_{B761} - 3\hat{\mu}_{FORT} - 3\hat{\mu}_{GARRA} - 3\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 3\hat{\mu}_{PENTA} - 3\hat{\mu}_{TORK} ; \\
\hat{C}_{25} &= 4\hat{\mu}_{CD304} + 4\hat{\mu}_{CD308} + 4\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 3\hat{\mu}_{2A525} - 3\hat{\mu}_{2B170} - 3\hat{\mu}_{2C599} - 3\hat{\mu}_{CO32} ; \\
\hat{C}_{26} &= 3\hat{\mu}_{BRS3003} + 3\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{CD304} - 2\hat{\mu}_{CD308} - 2\hat{\mu}_{OCEPAR705} ; \\
\hat{C}_{27} &= 3\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{CD304} - \hat{\mu}_{CD308} - \hat{\mu}_{OCEPAR705} ; \\
\hat{C}_{28} &= \hat{\mu}_{A010} + \hat{\mu}_{A015} + \hat{\mu}_{A2555} - \hat{\mu}_{CD304} - \hat{\mu}_{CD308} - \hat{\mu}_{OCEPAR705} ; \\
\hat{C}_{29} &= \hat{\mu}_{P30F33} + \hat{\mu}_{P30F90} + \hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{CD304} - \hat{\mu}_{CD308} - \hat{\mu}_{OCEPAR705} ; \\
\hat{C}_{30} &= 5\hat{\mu}_{CD304} + 5\hat{\mu}_{CD308} + 5\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 3\hat{\mu}_{FORT} - 3\hat{\mu}_{GARRA} - 3\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 3\hat{\mu}_{PENTA} - 3\hat{\mu}_{TORK} ; \\
\hat{C}_{31} &= 2\hat{\mu}_{BRS3003} + 2\hat{\mu}_{BRS3150} - \hat{\mu}_{2A525} - \hat{\mu}_{2B170} - \hat{\mu}_{2C599} - \hat{\mu}_{CO32} ; \\
\hat{C}_{32} &= 4\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{2A525} - \hat{\mu}_{2B170} - \hat{\mu}_{2C599} - \hat{\mu}_{CO32} ; \\
\hat{C}_{33} &= 4\hat{\mu}_{A010} + 4\hat{\mu}_{A015} + 4\hat{\mu}_{A2555} - 3\hat{\mu}_{2A525} - 3\hat{\mu}_{2B170} - 3\hat{\mu}_{2C599} - 3\hat{\mu}_{CO32} ; \\
\hat{C}_{34} &= 3\hat{\mu}_{2A525} + 3\hat{\mu}_{2B170} + 3\hat{\mu}_{2C599} + 3\hat{\mu}_{CO32} - 4\hat{\mu}_{P30F33} - 4\hat{\mu}_{P30F90} - 4\hat{\mu}_{P30F98} ; \\
\hat{C}_{35} &= 5\hat{\mu}_{2A525} + 5\hat{\mu}_{2B170} + 5\hat{\mu}_{2C599} + 5\hat{\mu}_{CO32} - 4\hat{\mu}_{FORT} - 4\hat{\mu}_{GARRA} - 4\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 4\hat{\mu}_{PENTA} - 4\hat{\mu}_{TORK} ; \\
\hat{C}_{36} &= 2\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{BRS3003} - \hat{\mu}_{BRS3150} ; \\
\hat{C}_{37} &= 3\hat{\mu}_{BRS3003} + 3\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{A010} - 2\hat{\mu}_{A015} - 2\hat{\mu}_{A2555} ; \\
\hat{C}_{38} &= 3\hat{\mu}_{BRS3003} + 3\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{P30F33} - 2\hat{\mu}_{P30F90} - 2\hat{\mu}_{P30F98} ; \\
\hat{C}_{39} &= 5\hat{\mu}_{BRS3003} + 5\hat{\mu}_{BRS3150} - 2\hat{\mu}_{FORT} - 2\hat{\mu}_{GARRA} - 2\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 2\hat{\mu}_{PENTA} - 2\hat{\mu}_{TORK} ; \\
\hat{C}_{40} &= 3\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{A010} - \hat{\mu}_{A015} - \hat{\mu}_{A2555} ; \\
\hat{C}_{41} &= 3\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{P30F33} - \hat{\mu}_{P30F90} - \hat{\mu}_{P30F98} ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{C}_{42} &= 5\hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{GARRA} - \hat{\mu}_{MAXIMUS} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{43} &= \hat{\mu}_{P30F33} + \hat{\mu}_{P30F90} + \hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{A010} - \hat{\mu}_{A015} - \hat{\mu}_{A2555}; \\ \hat{C}_{44} &= 5\hat{\mu}_{A010} + 5\hat{\mu}_{A015} + 5\hat{\mu}_{A2555} - 3\hat{\mu}_{FORT} - 3\hat{\mu}_{GARRA} - 3\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 3\hat{\mu}_{PENTA} - 3\hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{45} &= 5\hat{\mu}_{P30F33} + 5\hat{\mu}_{P30F90} + 5\hat{\mu}_{P30F98} - 3\hat{\mu}_{FORT} - 3\hat{\mu}_{GARRA} - 3\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 3\hat{\mu}_{PENTA} - 3\hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{46} &= 4\hat{\mu}_{B184} + 4\hat{\mu}_{B551} + 4\hat{\mu}_{B761} + 4\hat{\mu}_{CD308} + 4\hat{\mu}_{OCEPAR705} - \hat{\mu}_{AG7000} - \hat{\mu}_{AG8021} - \hat{\mu}_{AG8060} - \hat{\mu}_{AG9090} - \hat{\mu}_{AS1848} - \hat{\mu}_{AS1565} \\ &\quad - \hat{\mu}_{AS1567} - \hat{\mu}_{AS1570} - \hat{\mu}_{AS1575} - \hat{\mu}_{2A525} - \hat{\mu}_{2B170} - \hat{\mu}_{2C599} - \hat{\mu}_{A015} - \hat{\mu}_{A2555} - \hat{\mu}_{P30F33} - \hat{\mu}_{P30F90} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{MAXIMUS} \\ &\quad - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{47} &= 20\hat{\mu}_{CD304} + 20\hat{\mu}_{CO32} + 20\hat{\mu}_{BRS3033} + 20\hat{\mu}_{BRS3150} + 20\hat{\mu}_{SG6418} + 20\hat{\mu}_{A010} + 20\hat{\mu}_{GARRA} - 7\hat{\mu}_{AG7000} - 7\hat{\mu}_{AG8021} \\ &\quad - 7\hat{\mu}_{AG8060} - 7\hat{\mu}_{AG9090} - 7\hat{\mu}_{AS1848} - 7\hat{\mu}_{AS1565} - 7\hat{\mu}_{AS1567} - 7\hat{\mu}_{AS1570} - 7\hat{\mu}_{AS1575} - 7\hat{\mu}_{2A525} - 7\hat{\mu}_{2B170} - 7\hat{\mu}_{2C599} - 7\hat{\mu}_{A015} \\ &\quad - 7\hat{\mu}_{A2555} - 7\hat{\mu}_{P30F33} - 7\hat{\mu}_{P30F90} - 7\hat{\mu}_{FORT} - 7\hat{\mu}_{MAXIMUS} - 7\hat{\mu}_{PENTA} - 7\hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{48} &= 20\hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{AG7000} - \hat{\mu}_{AG8021} - \hat{\mu}_{AG8060} - \hat{\mu}_{AG9090} - \hat{\mu}_{AS1848} - \hat{\mu}_{AS1565} - \hat{\mu}_{AS1567} - \hat{\mu}_{AS1570} - \hat{\mu}_{AS1575} - \hat{\mu}_{2A525} \\ &\quad - \hat{\mu}_{2B170} - \hat{\mu}_{2C599} - \hat{\mu}_{A015} - \hat{\mu}_{A2555} - \hat{\mu}_{P30F33} - \hat{\mu}_{P30F90} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{MAXIMUS} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{TORK}; \\ \hat{C}_{49} &= 7\hat{\mu}_{B184} + 7\hat{\mu}_{B551} + 7\hat{\mu}_{B761} + 7\hat{\mu}_{CD308} + 7\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 5\hat{\mu}_{CD304} - 5\hat{\mu}_{CO32} - 5\hat{\mu}_{BRS3033} - 5\hat{\mu}_{BRS3150} - 5\hat{\mu}_{SG6418} \\ &\quad - 5\hat{\mu}_{A010} - 5\hat{\mu}_{GARRA}; \\ \hat{C}_{50} &= 5\hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{B184} - \hat{\mu}_{B551} - \hat{\mu}_{B761} - \hat{\mu}_{CD308} - \hat{\mu}_{OCEPAR705}; \\ \hat{C}_{51} &= 7\hat{\mu}_{P30F98} - \hat{\mu}_{CD304} - \hat{\mu}_{CO32} - \hat{\mu}_{BRS3033} - \hat{\mu}_{BRS3150} - \hat{\mu}_{SG6418} - \hat{\mu}_{A010} - \hat{\mu}_{GARRA}; \end{aligned}$$

## 2.2 Experimento em campo

O solo da área experimental foi identificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura franco arenosa. As análises químicas e granulométrica encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento em campo (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006.

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	P	C	
CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )				(mg dm <sup>-3</sup> )			(g dm <sup>-3</sup> )	
5,2	5,8	0,0	3,68	3,91	1,95	0,40	6,26	9,94	3,0	6,97
Areia grossa		Areia fina			Silte		Argila			
(g kg <sup>-1</sup> )										
370		320			80		230			

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Antes da instalação dos experimentos, as plantas daninhas presentes na área foram manejadas com dessecações seqüenciais, visando a semeadura no limpo. A primeira aplicação foi realizada com a mistura de 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate + 24 g ha<sup>-1</sup> de carfentrazone ethyl, 20 dias antes da semeadura, e a segunda aplicação com 400 g ha<sup>-1</sup> de paraquat no dia da semeadura. Como o interesse era estudar apenas a seletividade dos tratamentos herbicidas para os híbridos em questão, as plantas daninhas que emergiram posteriormente foram eliminadas através de capinas manuais, independente do controle proporcionado pelos herbicidas.

A semeadura foi realizada no dia 25 de novembro de 2005, em sistema de semeadura direta, sendo que, imediatamente antes da sua realização, foram formados sulcos espaçados de 0,90 m entre si através da utilização de uma semeadora, os quais receberam o equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 08-20-20. Nos sulcos, foram semeadas manualmente 6 sementes de milho por metro, a uma profundidade de 2 a 5 cm. Cada unidade experimental foi constituída por 6 linhas de 5 m de comprimento, perfazendo uma área de 30 m<sup>2</sup>, sendo, porém, considerado como área útil as 4 linhas centrais descontados 0,5 m de cada extremidade (14,4 m<sup>2</sup>). A emergência do milho teve início cinco dias após a semeadura, no dia 30 de novembro de 2005.

Quando a maioria das plantas de milho apresentou-se com três folhas expandidas, realizou-se uma adubação de cobertura aplicando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, utilizando como fonte nitrogenada a uréia. Foi observado um intervalo de sete dias entre a adubação de cobertura nitrogenada e a aplicação do herbicida nicosulfuron e evitou-se a aplicação de inseticidas organofosforados para controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Para o controle desta praga, utilizaram-se aplicações dos inseticidas cipermetrina e lambdacialotrina nas doses de 16,25 e 7,5 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quatro vezes durante o ciclo, sendo a primeira aplicação realizada com cipermetrina e as demais com lambdacialotrina.

O herbicida nicosulfuron foi aplicado mediante utilização de pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 207 kPa,

equipado com cinco pontas XR 110.02, espaçadas de 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m da superfície do alvo, que proporcionou o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. Além disso, tomou-se o cuidado de isolar cada parcela com cortinas plásticas no momento da aplicação, com o objetivo de evitar a deriva. A aplicação foi feita quando as plantas de milho se encontravam no estágio de quatro a seis folhas expandidas, estando a maioria com seis folhas, aos 19 dias após a emergência (DAE). As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de céu claro, velocidade do vento inferior a 5 km h<sup>-1</sup>, solo úmido, temperatura do ar de 23°C e umidade relativa de 83%.

Para compor os tratamentos avaliados no campo, foram utilizados cinco híbridos de milho escolhidos previamente a partir dos resultados de casa-de-vegetação, com diferentes níveis de sensibilidade ao herbicida nicosulfuron. Eles foram divididos em dois grupos, considerando o acúmulo de massa seca após a aplicação do herbicida: o primeiro, de maior sensibilidade, composto pelo híbrido Ocepar 705; e o segundo, de sensibilidade intermediária, composto pelos híbridos AG 7000, B 551, B 761 e Penta.

O experimento foi montado seguindo um esquema fatorial 5x3, composto por cinco híbridos de milho (B551, B761, Ocepar 705, Penta e AG 7000), combinados com três doses do herbicida nicosulfuron (0, 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>), sendo a primeira considerada testemunha, no delineamento em blocos ao acaso com 6 repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

As avaliações foram constituídas pela fitointoxicação das plantas através de escala EWRC modificada (FRANS, 1972), descrita na Tabela 2, pela altura média das plantas de milho aos 7, 14 e 21 DAA, medindo-se dez plantas por parcela, do nível do solo até a inserção da lígula da última folha expandida, pelo diâmetro de colmo de 10 plantas por parcela por ocasião do aparecimento das espigas aos 28 DAA, realizada com auxílio de paquímetro digital, sendo a leitura realizada no primeiro entrenó abaixo da espiga mais baixa, pelo estande, número de espigas por planta e número de espigas por hectare, realizadas por ocasião da colheita, pela umidade dos grãos, pela massa de 100 grãos e pela produtividade, corrigidos para 14% de umidade. Para o cálculo da umidade dos grãos foi

utilizado um valor médio de quatro avaliações de umidade por parcela, utilizando a seguinte fórmula:  $U(\%) = [(MU - MS) / MU] \times 100$ , onde U(%) é a umidade em percentagem, MU é a massa dos grãos úmidos e MS é a massa dos grãos secos. A colheita foi feita em 06 de abril de 2006. As espigas foram despalhadas manualmente e debulhadas mecanicamente.

Os dados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros, utilizando-se o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1999). Para análise dos dados, utilizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Experimento em casa-de-vegetação

Os índices de fitointoxicação variaram de 3 a 5 (médio a severo) em ambas avaliações, realizadas aos 7 e 14 DAA (Figuras 1 e 2) para os híbridos P 30F90, P 30F98, B 184, B 761, BRS 3150, SG 6418 e Tork, na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>, e para os híbridos 2B 170, P 30F90, P 30F98, A 015, AG 7000, AG 9090, AS 1575, B 184, B 761, BRS 3150, Ocepar 705, Penta, SG 6418 e Tork, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>.

Com relação aos híbridos AG 9090, AS 1570 e Ocepar 705, na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>, e os híbridos AS 1565, AS 1570 e Maximus, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, que aos 7 DAA apresentaram índices de fitointoxicação inferiores a 3 (médio), aos 14 DAA mostraram aumento da fitointoxicação, com índices que variaram de 3 a 4 (médio a forte). Entretanto, no que se refere aos demais híbridos estudados, em ambas as avaliações, foram observados índices de fitointoxicação inferiores a 3.

Tais resultados, em parte, entram em concordância com Rolim Pereira et al. (2001), que em trabalho semelhante, avaliando a seletividade do nicosulfuron (60 g ha<sup>-1</sup>) em vinte híbridos de milho, verificaram que, de modo geral, sobre todas as cultivares avaliadas, a percepção de sintomas fitotóxicos ocorreu nas primeiras avaliações, aos 10 e 20 dias. Porém, nas avaliações realizadas aos 30 e 40 dias, os sintomas eram imperceptíveis, demonstrando que o tratamento químico apresentou seletividade aos materiais genéticos testados. Por outro lado, Lopez-Ovejero et al. (2003), após a aplicação de nicosulfuron na dose de 40 g ha<sup>-1</sup>, verificaram sintomas de fitointoxicação aos 3 DAA, sendo que aos 7 DAA as plantas haviam se recuperado desses sintomas integralmente. Silva et al. (2005a) verificaram que os sintomas de toxidez nas plantas de milho do híbrido P30F80 aumentaram com o incremento da dose de nicosulfuron (0 a 40 g ha<sup>-1</sup>) + atrazine (1.200 g ha<sup>-1</sup>). No entanto, independentemente da dose de nicosulfuron, esses sintomas desapareceram aos 28 DAA, evidenciando completa recuperação das plantas de milho.

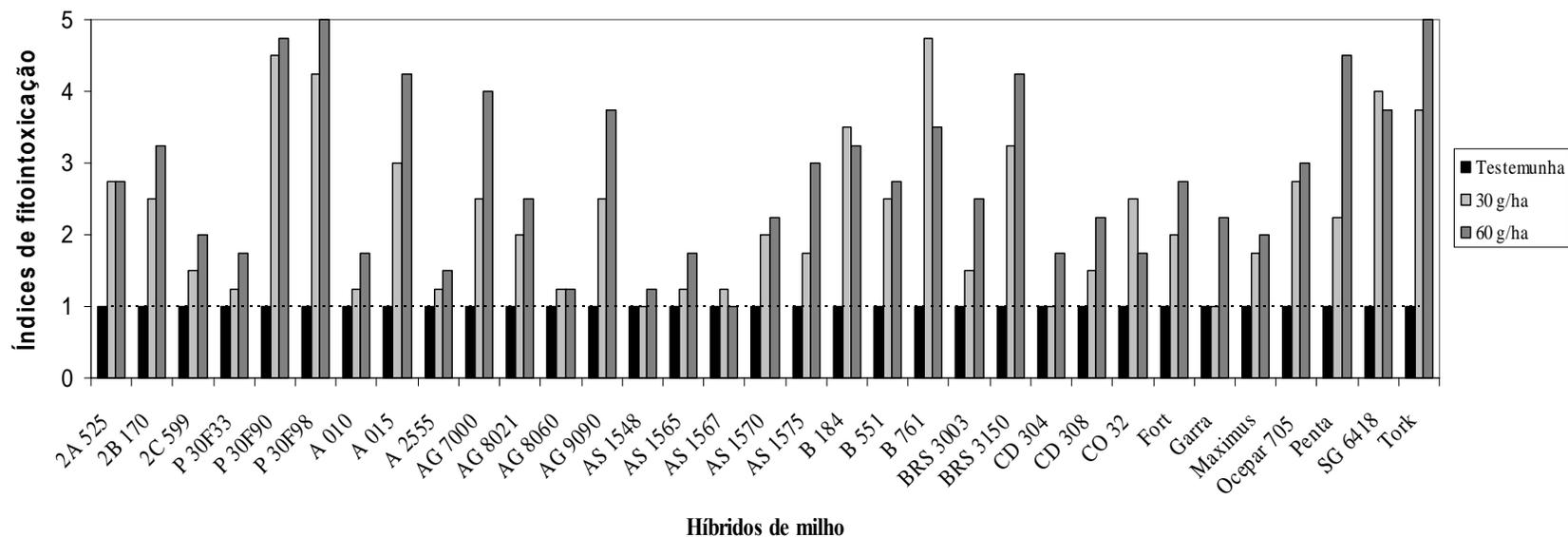


Figura 1 – Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 7 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

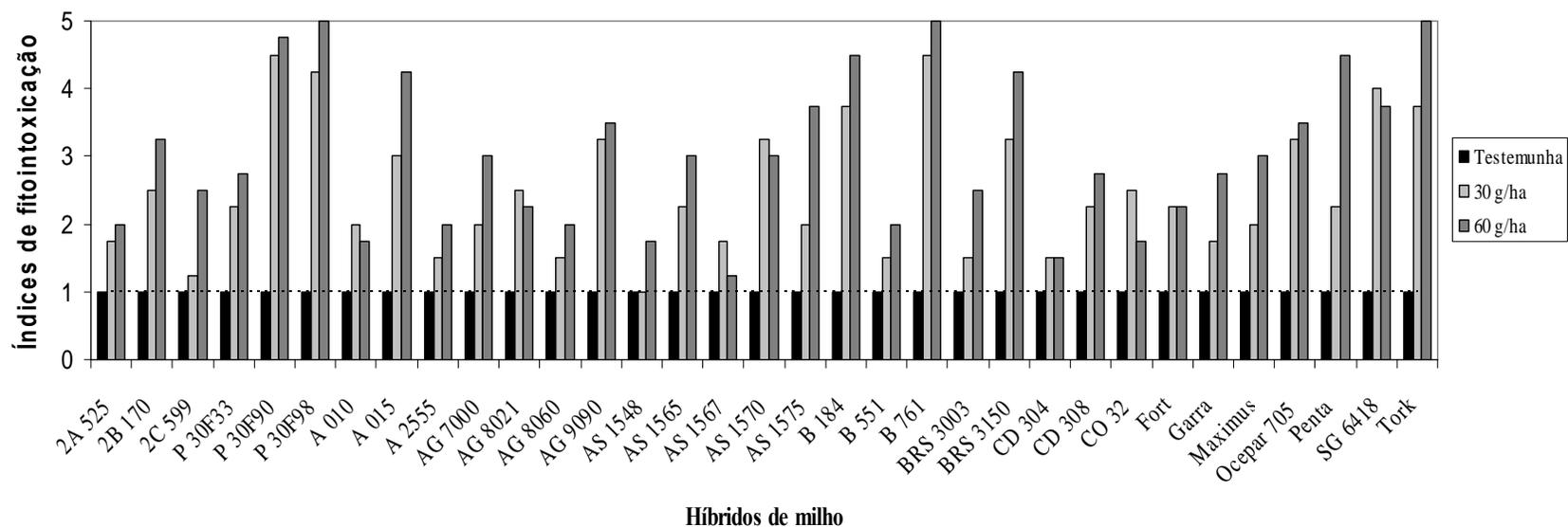


Figura 2 – Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Com relação à avaliação da altura de plantas realizada aos 14 DAA (Tabela 5), os híbridos P 30F90, AG 7000, B 551, B 761, BRS 3150, CO 32, Maximus, Ocepar 705 e Tork, quando comparados com suas respectivas testemunhas sem herbicida, apresentaram reduções significativas no crescimento em ambas as doses herbicidas estudadas, sendo tais reduções maiores na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> para os híbridos P 30F90, AG 7000, B 761 e Ocepar 705. No entanto, além dos híbridos citados, os híbridos 2B 170, A 015, AG 9090, B 184 e Penta também apresentaram reduções significativas de crescimento, porém, somente na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, Silva et al. (2005b), avaliando os efeitos dos herbicidas [atrazine + óleo (1200 + 900 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente) + nicosulfuron (28 g ha<sup>-1</sup>)] sobre o híbrido P30F80, verificaram que aos 7 DAA a altura das plantas foi inferior à testemunha. Todavia, aos 14 e 28 DAA, essa diferença não foi observada, demonstrando a recuperação do milho.

A comparação entre híbridos na mesma dose evidenciou que os híbridos B 551 e Ocepar 705 apresentaram maiores reduções, seguidos pelos híbridos P 30F90, AG 7000, B 761, BRS 3150, CO 32, Maximus e Tork, na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>. Já para a dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, os híbridos 2B 170, P 30F90, B 761, Ocepar 705 e Penta apresentaram maiores reduções, seguidos pelos híbridos AG 7000, B 184, B 551, Maximus e Tork.

A massa seca de parte aérea das plantas, obtida aos 14 DAA (Tabela 6), mostra que os híbridos AG 7000, AG 8021, AS 1570, B 551, B 761, BRS 3150, CD 308, CO 32, Maximus, Ocepar 705 e Tork, quando comparados com suas respectivas testemunhas sem herbicida, apresentaram reduções significativas no crescimento em ambas as doses herbicidas estudadas, sendo tais reduções maiores na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> para os híbridos AG 7000, B 761, CD 308, Maximus e Ocepar 705, se comparada a dose de 30 g ha<sup>-1</sup>. No entanto, além dos híbridos citados, os híbridos 2B 170, A 015, AG 9090, B 184 e Penta também apresentaram reduções significativas de massa seca, porém, somente na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>.

Tabela 5 – Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	30	60
2A 525	100,0 Aa	98,73 Aa	96,93 Aa
2B 170	100,0 Aa	97,13 Aa	74,23 Bc
2C 599	100,0 Aa	96,45 Aa	95,52 Aa
P 30F33	100,0 Aa	100,0 Aa	98,40 Aa
P 30F90	100,0 Aa	82,83 Bb	71,36 Cc
P 30F98	100,0 Aa	95,64 Aa	99,85 Aa
A 010	100,0 Aa	99,05 Aa	98,50 Aa
A 015	100,0 Aa	100,0 Aa	90,55 Ba
A 2555	100,0 Aa	100,0 Aa	95,79 Aa
AG 7000	100,0 Aa	89,84 Bb	78,20 Cb
AG 8021	100,0 Aa	91,79 Aa	99,72 Aa
AG 8060	100,0 Aa	98,27 Aa	96,96 Aa
AG 9090	100,0 Aa	93,71 Aa	86,17 Ba
AS 1548	100,0 Aa	91,94 Aa	94,18 Aa
AS 1565	100,0 Aa	94,69 Aa	93,11 Aa
AS 1567	100,0 Aa	96,07 Aa	95,10 Aa
AS 1570	100,0 Aa	94,54 Aa	96,72 Aa
AS 1575	100,0 Aa	92,37 Aa	92,74 Aa
B 184	100,0 Aa	98,73 Aa	76,38 Bb
B 551	100,0 Aa	73,18 Cc	82,88 Bb
B 761	100,0 Aa	84,03 Bb	70,73 Cc
BRS 3003	100,0 Aa	99,97 Aa	100,0 Aa
BRS 3150	100,0 Aa	88,61 Bb	89,87 Ba
CD 304	100,0 Aa	94,77 Aa	100,0 Aa
CD 308	100,0 Aa	94,24 Aa	90,77 Aa
CO 32	100,0 Aa	85,48 Bb	90,03 Ba
Fort	100,0 Aa	98,60 Aa	100,0 Aa
Garra	100,0 Aa	98,70 Aa	97,01 Aa
Maximus	100,0 Aa	83,44 Bb	83,23 Bb
Ocepar 705	100,0 Aa	77,00 Bc	63,86 Cc
Penta	100,0 Aa	95,05 Aa	73,99 Bc
SG 6418	100,0 Aa	93,34 Aa	92,43 Aa
Tork	100,0 Aa	89,32 Bb	80,92 Bb

CV (%) = 6,85

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Produção de massa seca de parte aérea relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida nicosulfuron aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	30	60
2A 525	100,0 Aa	98,29 Aa	97,08 Aa
2B 170	100,0 Aa	96,98 Aa	76,74 Bc
2C 599	100,0 Aa	96,43 Aa	100,0 Aa
P 30F33	100,0 Aa	93,07 Aa	95,29 Aa
P 30F90	100,0 Aa	97,50 Aa	93,81 Aa
P 30F98	100,0 Aa	95,46 Aa	99,75 Aa
A 010	100,0 Aa	96,52 Aa	94,31 Aa
A 015	100,0 Aa	100,0 Aa	90,35 Ab
A 2555	100,0 Aa	91,25 Aa	78,21 Bc
AG 7000	100,0 Aa	89,65 Ba	77,81 Cc
AG 8021	100,0 Aa	89,82 Ba	81,58 Bc
AG 8060	100,0 Aa	100,0 Aa	98,14 Aa
AG 9090	100,0 Aa	93,60 Aa	85,91 Bb
AS 1548	100,0 Aa	91,79 Aa	94,23 Aa
AS 1565	100,0 Aa	90,04 Aa	91,56 Aa
AS 1567	100,0 Aa	95,81 Aa	95,15 Aa
AS 1570	100,0 Aa	87,62 Ba	86,05 Bb
AS 1575	100,0 Aa	93,22 Aa	76,47 Bc
B 184	100,0 Aa	98,91 Aa	75,81 Bc
B 551	100,0 Aa	81,30 Bb	76,60 Bc
B 761	100,0 Aa	83,75 Bb	70,22 Cc
BRS 3003	100,0 Aa	90,45 Aa	93,93 Aa
BRS 3150	100,0 Aa	79,50 Bb	87,33 Bb
CD 304	100,0 Aa	100,0 Aa	93,18 Aa
CD 308	100,0 Aa	69,24 Bc	54,53 Cd
CO 32	100,0 Aa	85,20 Bb	89,55 Bb
Fort	100,0 Aa	93,98 Aa	84,35 Bb
Garra	100,0 Aa	98,07 Aa	97,64 Aa
Maximus	100,0 Aa	83,47 Bb	72,72 Cc
Ocepar 705	100,0 Aa	76,59 Bc	63,21 Cd
Penta	100,0 Aa	94,97 Aa	73,51 Bc
SG 6418	100,0 Aa	93,09 Aa	84,52 Bb
Tork	100,0 Aa	89,12 Ba	80,56 Bc

CV (%) = 7,48

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

O teste de Scott-Knott permitiu o agrupamento de médias semelhantes para a variável- resposta massa seca de parte aérea, a qual se trata de avaliação importante por estar diretamente ligada à fotossíntese líquida das plantas.

Assim sendo, na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>, foram formados três grupos em ordem decrescente de sensibilidade: o primeiro, composto pelos híbridos CD 308 e Ocepar 705, que apresentaram reduções de massa seca de parte aérea de 30,76 e 23,41%, respectivamente; o segundo, composto pelos híbridos B 551, B 761,

BRS 3150, CO 32 e Maximus, reduções entre 14,80 e 20,50%; e o terceiro, composto pelos híbridos 2A 525, 2B 170, 2C 599, P 30F33, P 30F90, P 30F98, A 010, A 015, A 2555, AG 7000, AG 8021, AG 8060, AG 9090, AS 1548, AS 1565, AS 1567, AS 1570, AS 1575, B 184, BRS 3003, CD 304, Fort, Garra, Penta e SG 6418, reduções  $\leq$  12,38%. Na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, foram formados quatro grupos, também em ordem decrescente de sensibilidade: o primeiro, composto também pelos híbridos CD 308 e Ocepar 705, que apresentaram reduções de massa seca de parte aérea de 45,47 e 36,79%, respectivamente; o segundo, composto pelos híbridos 2B 170, A 2555, AG 7000, AG 8021, AS 1575, B 184, B 551, B 761, Maximus, Penta e Tork, reduções entre 18,42 e 27,28%; o terceiro, composto pelos híbridos A 015, AG 9090, AS 1570, BRS 3150, CO 32, Fort e SG 6418, reduções entre 9,65 e 15,65%; e o quarto, composto pelos híbridos 2A 525, P 30F33, P 30F90, P 30F98, A 010, AG 8060, AS 1548, AS 1565, AS 1567, BRS 3003, CD 304 e Garra, reduções  $\leq$  8,44%.

Desta forma, nas condições em que o experimento foi conduzido, mediante a análise do teste de agrupamento feito para cada uma das doses, pode-se classificar os híbridos como: os de maior sensibilidade, por serem os mais sensíveis em ambas as doses estudadas, composto pelos híbridos CD 308 e Ocepar 705; os de menor sensibilidade, que em ambas as doses destacaram-se como os mais tolerantes se comparado aos demais, composto pelos híbridos 2A 525, 2C 599, P 30F33, P 30F90, P 30F98, A 010, AG 8060, AS 1548, AS 1565, AS 1567, BRS 3003, CD 304 e Garra; e os de sensibilidade intermediária, compreendendo os demais, composto pelos híbridos B 551, B 761, BRS 3150, CO 32, Maximus, Tork, SG 6418, Penta, Fort, B184, AS 1575, AS 1570, AG 9090, AG 8021, AG 7000, A 2555, A 015 e 2B 170.

Esses resultados sugerem que eventuais injúrias causadas pelo nicosulfuron em híbridos de milho não correspondem, necessariamente, aos efeitos negativos sobre o acúmulo de massa seca de parte aérea das plantas. Além disso, mesmo quando determinado híbrido não evidencia sintomas visuais de fitointoxicação e/ou redução de crescimento, ainda assim pode apresentar redução significativa de massa seca em resposta ao nicosulfuron. Em pesquisa

semelhante, realizada por Silva et al. (2000), que avaliaram a fitointoxicação visual, o teor de clorofila nas folhas, altura das plantas, número de folhas e massa seca de parte aérea e das raízes, em cultivares de milho pulverizados com nicosulfuron, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, constataram que os híbridos Agromen, Zeneca 8501, XL 221, XL 660, B 670 e Demitri 657 sofreram algum tipo de injúria, mas recuperaram-se. Já a cultivar C 333B foi significativamente afetada pelo herbicida e a cultivar Master foi a única que não apresentou qualquer sintoma perceptível.

Dentro do exposto, uma possibilidade de manter a utilização do nicosulfuron em híbridos mais sensíveis seria a redução de doses e/ou mistura com outros herbicidas que tenham reconhecida seletividade para o milho, como a atrazine.

Os contrastes permitiram realizar comparações no que diz respeito ao efeito das procedências e tipos de híbridos de milho estudados sobre a variável-resposta massa seca da parte aérea dentro de cada uma das doses herbicidas avaliadas (Tabelas 7 e 8).

Os contrastes realizados entre procedências na dose de 30 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 7) evidenciaram que os híbridos Balu, Coodetec e Embrapa foram os únicos que apresentaram efeitos significativos de redução de massa seca, sendo que as três procedências, em média, foram mais sensíveis que os híbridos Agrocere, Dow, Nidera e Pionner. No entanto, os híbridos Coodetec, em média, foram também mais sensíveis que os híbridos Agroeste, Balu, Guerra e Syngenta e os híbridos Embrapa, em média, mais sensíveis que os híbridos Agroeste e Syngenta.

Comparando as diferentes procedências, esses resultados indicam que os híbridos Balu, Coodetec e Embrapa destacam-se como os menos indicados numa situação em que se deseja aplicar a dose de 30 g ha<sup>-1</sup> no manejo de plantas daninhas, especialmente no que se refere aos híbridos Coodetec, que foram significativamente mais sensíveis que todas as demais procedências, com exceção dos híbridos Embrapa.

Tabela 7 – Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta produção de massa seca relativa de parte aérea (MSPA), dentro da dose de 30 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron.

Coeficientes		Coeficientes		Estimativa dos contrastes		Pr>f		Coeficientes		Coeficientes		Estimativa dos contrastes		Pr>f	
⊕		⊖						⊕		⊖					
Contrastes entre procedências				MSPA				Contrastes entre procedências				MSPA			
Agroceres	vs	Agroeste		+1,570		0,498		Balu	vs	Syngenta		-3,938		0,119	
Balu	vs	Agroceres		<b>-5,284</b>		0,046		Coodetec	vs	Dow		<b>-12,282</b>		<0,001	
Coodetec	vs	Agroceres		<b>-11,327</b>		<0,001		Embrapa	vs	Coodetec		+3,032		0,336	
Dow	vs	Agroceres		+0,956		0,695		Guerra	vs	Coodetec		<b>+11,147</b>		0,005	
Agroceres	vs	Embrapa		<b>+8,295</b>		0,006		Nidera	vs	Coodetec		<b>+13,981</b>		<0,001	
Agroceres	vs	Guerra		+0,180		0,963		Pionner	vs	Coodetec		<b>+13,403</b>		<0,001	
Nidera	vs	Agroceres		+2,654		0,314		Coodetec	vs	Syngenta		<b>-9,980</b>		<0,001	
Pionner	vs	Agroceres		+2,076		0,431		Embrapa	vs	Dow		<b>-9,251</b>		0,002	
Agroceres	vs	Syngenta		+1,347		0,561		Guerra	vs	Dow		-1,136		0,768	
Balu	vs	Agroeste		-3,714		0,141		Nidera	vs	Dow		+1,699		0,519	
Coodetec	vs	Agroeste		<b>-9,757</b>		<0,001		Dow	vs	Pionner		-1,120		0,671	
Dow	vs	Agroeste		+2,525		0,276		Dow	vs	Syngenta		+2,302		0,320	
Embrapa	vs	Agroeste		<b>-6,726</b>		0,020		Guerra	vs	Embrapa		+8,115		0,056	
Agroeste	vs	Guerra		-1,390		0,713		Embrapa	vs	Nidera		<b>-10,949</b>		0,001	
Agroeste	vs	Nidera		-4,224		0,094		Embrapa	vs	Pionner		<b>-10,371</b>		0,001	
Agroeste	vs	Pionner		-3,645		0,149		Embrapa	vs	Syngenta		<b>-6,949</b>		0,017	
Agroeste	vs	Syngenta		-0,223		0,919		Guerra	vs	Nidera		-2,834		0,477	
Balu	vs	Coodetec		<b>+6,043</b>		0,033		Guerra	vs	Pionner		-2,556		0,571	
Balu	vs	Dow		<b>-6,240</b>		0,018		Guerra	vs	Syngenta		+1,167		0,758	
Embrapa	vs	Balu		-3,011		0,339		Pionner	vs	Nidera		-0,578		0,837	
Guerra	vs	Balu		+5,104		0,201		Nidera	vs	Syngenta		+4,001		0,113	
Nidera	vs	Balu		<b>+7,938</b>		0,005		Pionner	vs	Syngenta		+3,422		0,175	
Pionner	vs	Balu		<b>+7,360</b>		0,009		-	-	-		-		-	
Contrastes entre tipos				MSPA				Contrastes entre tipos				MSPA			
Duplos	vs	Simples		<b>-11,376</b>		<0,001		Duplos	vs	Triplos		<b>-9,876</b>		<0,001	
Triplos	vs	Simples		-1,500		0,323		Simples modificado	vs	Duplos		<b>+13,506</b>		<0,001	
Simples modificado	vs	Simples		+2,130		0,547		Simples modificado	vs	Triplos		+3,629		0,325	

\*As estimativas apresentadas em negrito são significativas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta produção de massa seca relativa de parte aérea (MSPA), dentro da dose de 60 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron.

Coeficientes		Estimativa		Coeficientes		Estimativa			
⊕	⊖	dos	Pr>f	⊕	⊖	dos	Pr>f		
Contrastes entre procedências		MSPA		Contrastes entre procedências		MSPA			
Agroceres	vs	Agroeste	-2,835	0,221	Balu	vs	Syngenta	<b>-7,544</b>	0,003
Balu	vs	Agroceres	<b>-11,647</b>	<0,001	Coodetec	vs	Dow	<b>-19,785</b>	<0,001
Coodetec	vs	Agroceres	<b>-15,552</b>	<0,001	Embrapa	vs	Coodetec	<b>+20,324</b>	<0,001
Dow	vs	Agroceres	+4,233	0,083	Guerra	vs	Coodetec	<b>+14,217</b>	<0,001
Agroceres	vs	Embrapa	-4,773	0,111	Nidera	vs	Coodetec	<b>+17,316</b>	<0,001
Agroceres	vs	Guerra	+1,335	0,729	Pionner	vs	Coodetec	<b>+25,977</b>	<0,001
Nidera	vs	Agroceres	+1,764	0,503	Coodetec	vs	Syngenta	<b>-11,449</b>	<0,001
Pionner	vs	Agroceres	<b>+10,425</b>	<0,001	Embrapa	vs	Dow	+0,539	0,857
Agroceres	vs	Syngenta	+4,103	0,077	Guerra	vs	Dow	-5,568	0,150
Balu	vs	Agroeste	<b>-14,482</b>	<0,001	Nidera	vs	Dow	-2,470	0,349
Coodetec	vs	Agroeste	<b>-18,387</b>	<0,001	Dow	vs	Pionner	<b>-6,192</b>	0,019
Dow	vs	Agroeste	+1,398	0,546	Dow	vs	Syngenta	<b>+8,336</b>	<0,001
Embrapa	vs	Agroeste	+1,938	0,502	Guerra	vs	Embrapa	-6,108	0,149
Agroeste	vs	Guerra	+4,170	0,270	Embrapa	vs	Nidera	+3,008	0,340
Agroeste	vs	Nidera	+1,071	0,671	Embrapa	vs	Pionner	-5,653	0,073
Agroeste	vs	Pionner	<b>-0,590</b>	0,003	Embrapa	vs	Syngenta	<b>+8,876</b>	0,002
Agroeste	vs	Syngenta	<b>+6,938</b>	0,002	Guerra	vs	Nidera	-3,099	0,437
Balu	vs	Coodetec	+3,905	0,166	Guerra	vs	Pionner	<b>-11,760</b>	0,003
Balu	vs	Dow	<b>-15,880</b>	<0,001	Guerra	vs	Syngenta	+2,768	0,464
Embrapa	vs	Balu	<b>+16,419</b>	<0,001	Pionner	vs	Nidera	<b>+8,661</b>	0,002
Guerra	vs	Balu	<b>+10,312</b>	0,010	Nidera	vs	Syngenta	<b>+5,867</b>	0,020
Nidera	vs	Balu	<b>+13,411</b>	<0,001	Pionner	vs	Syngenta	<b>+14,528</b>	<0,001
Pionner	vs	Balu	<b>+22,072</b>	<0,001	-	-	-	-	-
Contrastes entre tipos		MSPA		Contrastes entre tipos		MSPA			
Duplos	vs	Simples	<b>-18,250</b>	<0,001	Duplos	vs	Triplos	<b>-23,420</b>	<0,001
Triplos	vs	Simples	<b>+5,170</b>	0,001	Simples modificado	vs	Duplos	<b>+31,671</b>	<0,001
Simples modificado	vs	Simples	<b>+13,420</b>	<0,001	Simples modificado	vs	Triplos	<b>+8,250</b>	0,026

\* As estimativas apresentadas em negrito são significativas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Com relação aos contrastes realizados entre procedências na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> (Tabelas 8), os híbridos Balu, Coodetec e Syngenta apresentaram efeito

significativo de redução de massa seca, sendo os dois primeiros, em média, mais sensíveis que os híbridos Agrocere, Agroeste, Dow, Embrapa, Guerra, Nidera, Pionner e Syngenta, e os híbridos Syngenta, em média, mais sensíveis que os híbridos Agroeste, Dow, Embrapa, Nidera e Pionner. Nesta dose, os híbridos Pionner, em média, foram mais tolerantes que as demais procedências, com exceção aos híbridos Embrapa, que, ao contrário do ocorrido na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>, não mostraram sensibilidade inferior a nenhuma das outras procedências, provavelmente devido a um efeito mais acentuado desta dose sobre os demais híbridos. Portanto, mediante resultados apresentados, é conveniente citar que aplicações de 60 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron podem reduzir o acúmulo de massa seca de parte aérea dos híbridos Balu, Coodetec e Syngenta.

Desta forma, analisando-se conjuntamente os contrastes realizados nas doses de 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>, pode-se inferir que os híbridos Balu e Coodetec, de modo geral, podem ser considerados de maior sensibilidade ao herbicida nicosulfuron se comparados aos outros híbridos estudados.

Entretanto, levando em consideração os contrastes realizados entre tipos de híbridos, em ambas as doses herbicidas avaliadas, os híbridos duplos, em média, quando contrastados com os demais tipos, apresentaram massa seca significativamente inferior. No entanto, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, o híbrido simples modificado, em média, se mostrou superior aos demais tipos, seguidos pelos híbridos triplos e, por fim, os híbridos simples. Como os híbridos duplos, de modo geral, são muito utilizados pelos agricultores, principalmente devido ao menor custo, esses resultados servem como um indicativo de alerta em relação a sua utilização, quando eles são combinados com a utilização do nicosulfuron.

### **3.2 Experimento em campo**

Os sintomas de fitointoxicação observados no milho, de modo geral, foram de clorose e enrugamento das lâminas das folhas novas em expansão poucos dias após a aplicação do nicosulfuron. Mais tardiamente, com a expansão das lâminas foliares, os sintomas passaram para a parte central da lâmina em

forma de manchas e, posteriormente, em alguns casos, estrangulamento e enrolamento das extremidades. Tais sintomas estão de acordo com os observados por Môro e Damião Filho (1999) que aplicaram nicosulfuron na dose de  $80 \text{ g ha}^{-1}$  em híbridos de milho quando as plantas se encontravam com cinco a seis folhas e altura de aproximadamente 25 cm.

Os dados de fitointoxicação (Figura 3) mostram que aos 7, 14 e 21 DAA somente o híbrido B 761 apresentou índices que variaram de 3 a 5 (médio a severo) na dose de  $30 \text{ g ha}^{-1}$ . Para a dose de  $60 \text{ g ha}^{-1}$ , o efeito foi mais acentuado, sendo observados índices de fitointoxicação de 3 a 5 para os híbridos OC 705, B 761 e AG 7000 em todas as avaliações, exceto para o híbrido AG 7000 que, na avaliação aos 14 DAA, apresentou índices de fitointoxicação inferiores a 3 (médio). No que se refere aos híbridos Penta e B 551, em qualquer uma das avaliações, observou-se índices de fitointoxicação inferiores a 3 (médio).

Analisando-se os sintomas de fitointoxicação no decorrer das avaliações, na dose de  $30 \text{ g ha}^{-1}$ , os híbridos B 551, Ocepar 705 e AG 7000 apresentaram pequena recuperação nas avaliações realizadas aos 14 e 21 DAA em relação aos 7 DAA. No entanto, para o híbrido Penta, os sintomas foram nulos em todas as avaliações e o híbrido B 761 foi o único que apresentou avanços de fitointoxicação nas avaliações seguintes.

Entretanto, quando os híbridos foram submetidos à dose de  $60 \text{ g ha}^{-1}$ , para os híbridos B 551 e Ocepar 705, os sintomas observados nas avaliações realizadas aos 14 e 21 DAA foram praticamente os mesmos da primeira avaliação, que não aconteceu para os híbridos Penta e AG 7000, os quais apresentaram tendência de recuperação. Contudo, de forma semelhante ao que ocorreu para a dose de  $30 \text{ g ha}^{-1}$ , o híbrido B 761 apresentou sintomas mais marcantes de fitointoxicação nas avaliações seguintes se comparada à primeira avaliação.

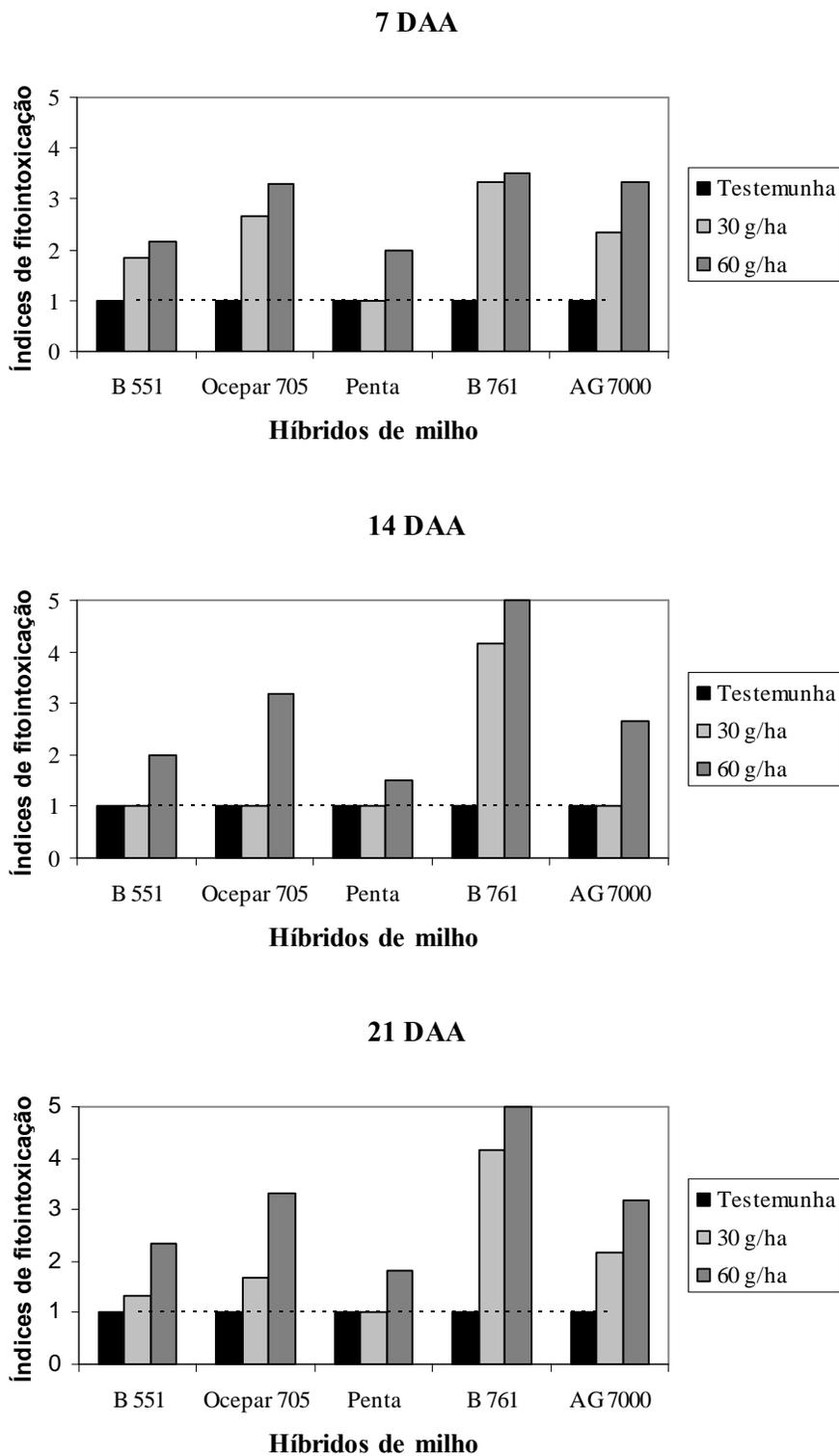


Figura 3 – Índices de fitointoxicação, segundo escala EWRC modificada, em três épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Esses resultados indicam que a permanência ou desaparecimento dos sintomas de fitointoxicação dos híbridos podem estar relacionados ao maior ou menor grau de sensibilidade dos mesmos quando submetidos às doses estudadas. Isso concorda, em parte, com os resultados obtidos por López Ovejero et al. (2003), que observaram, para o híbrido P 3027, efeitos muito leves de fitointoxicação quando se aplicou a dose de 52 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron no estágio de quatro e oito folhas expandidas e sintomas de fitointoxicação, aos três dias após a aplicação, para a dose de 40 g ha<sup>-1</sup>, que desapareceram aos 7 DAA. Pereira Filho et al. (2000) também apresentaram resultados semelhantes ao avaliar a tolerância dos híbridos BRS 3060, BRS 3101, BRS 2114 e BRS 2110 às doses de 50, 60 e 70 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron aos 7, 14 e 21 dias após o plantio (DAP). Eles verificaram que nenhum dos híbridos apresentou sintomas de fitointoxicação nas três épocas de avaliação na dose de 50 g ha<sup>-1</sup>. Entretanto, com relação à dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, verificou-se que apenas na primeira avaliação os híbridos BRS 3060 e 2114 apresentaram sintomas de fitointoxicação muito leves. Nas épocas seguintes, de 14 e 21 DAP, ainda na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, não foi observado efeito fitotóxico para nenhum dos híbridos estudados. Os híbridos BRS 3060, BRS 3101 e BRS 2114 apresentaram fitointoxicação muito leve na dose de 70 g ha<sup>-1</sup> na primeira avaliação. Nas avaliações feitas aos 14 e 21 DAP, somente o BRS 3060 permaneceu com sintomas de fitointoxicação muito leves.

Com relação à altura das plantas (Tabela 10), na dose de 30 g ha<sup>-1</sup>, foi constatado efeito significativo de redução se comparado à testemunha sem herbicida somente para o híbrido B 761 aos 7 DAA, que não foi constatado nas avaliações seguintes (14 e 21 DAA). Para este híbrido, à medida que se aumentou a dose herbicida houve redução significativa de altura. Já na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, aos 7 DAA, os híbridos B 551, Ocepar 705, B 761 e AG 7000 apresentaram redução significativa de altura, que se observou somente para o híbrido B 761 aos 14 e 21 DAA, indicando novamente a recuperação dos demais híbridos nas avaliações seguintes. Com relação à última avaliação realizada (21 DAA), para o híbrido AG 7000, apesar dos tratamentos herbicidas não se diferenciarem de

forma significativa da testemunha sem herbicida, houve diferença entre os tratamentos, sendo que na maior dose as plantas apresentaram menores alturas.

Tabela 9 – Altura das plantas (cm), em três épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Épocas (DAA)	Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
		0	30	60
7	B 551	41,17 A	37,00 AB	36,67 B
	Ocepar 705	32,83 A	32,17 AB	28,17 B
	Penta	31,83 A	34,50 A	31,83 A
	B 761	33,33 A	28,50 B	23,50 C
	AG 7000	31,67 A	29,50 A	23,50 B
CV (%) = 9,88 DMS = 4,34				
14	B 551	70,33 A	70,83 A	69,33 A
	Ocepar 705	59,00 A	63,33 A	55,83 A
	Penta	54,83 A	60,50 A	62,83 A
	B 761	57,83 A	57,67 A	44,67 B
	AG 7000	51,50 A	59,00 A	51,67 A
CV (%) = 11,16 DMS = 9,15				
21	B 551	103,00 A	97,67 A	99,00 A
	Ocepar 705	89,00 A	90,67 A	81,50 A
	Penta	78,83 A	87,00 A	86,33 A
	B 761	85,00 A	82,50 A	64,50 B
	AG 7000	78,17 AB	87,17 A	74,33 B
CV (%) = 9,61 DMS = 11,39				

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Damião Filho et al. (1996) estudaram o efeito da dose de 80 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron sobre a altura de híbridos de milho no campo. Observou-se que, aos 47 dias após o plantio (DAP), os híbridos AG 106, BR 201, 92HD1QPM e CMS apresentaram redução de altura, sendo que, por ocasião do florescimento, o híbrido AG 106 diferiu em altura de sua testemunha, ao contrário dos híbridos BR 201, 92HD1QPM e CMS que igualaram as alturas das respectivas testemunhas. Os híbridos BR 206 e HT 2X, que aos 47 DAP, não diferiram em altura dos respectivos controles, por ocasião do florescimento, apresentaram alturas significativamente menores do que estes.

Entretanto, Spader e Vidal (2001), estudando a seletividade de nicosulfuron aspergido em diferentes estádios fenológicos do híbrido AG 501 nas doses de 60 e 80 g ha<sup>-1</sup>, não observaram efeito na variável estatura de planta. Resultados semelhantes foram observados por Spader e Antoniazzi (2006), que, avaliando o efeito da dose de 60 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron aplicado sobre 15 híbridos de milho: AG 9020, P 30R50, P 30F53, P 30P70, Penta, DOW 2B150, P 30P34, AG 8021, P 30F44, DKB 214, Garra, DKB 330, AS 1550 e AS 1560, não constaram efeitos negativos sobre a altura das plantas em decorrência do tratamento herbicida.

Na avaliação de diâmetro de colmo das plantas (Tabela 10), em nenhum dos híbridos avaliados houve redução se comparado à testemunha sem herbicida. Porém, para o híbrido Ocepar 705, foram observados colmos de maior diâmetro na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> se comparado à dose de 30 g ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Damião Filho et al. (1996) que não observaram efeitos significativos de redução de diâmetro de colmo para nove híbridos avaliados se comparados as suas respectivas plantas controle após aplicação de 80 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron.

Tabela 10 – Diâmetro de colmo (mm) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron aos 28 dias após a aplicação (DAA) em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	30	60
B 551	16,18 A	15,77 A	15,92 A
Ocepar 705	16,10 AB	15,29 B	16,74 A
Penta	15,72 A	15,11 A	15,60 A
B 761	15,90 A	15,83 A	15,00 A
AG 7000	16,79 A	17,42 A	16,21 A

CV (%) = 5,60

DMS = 1,24

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Nas avaliações de estande, número de espigas por planta, umidade dos grãos e massa de 100 grãos realizadas por ocasião da colheita, não foram constatados efeitos significativos dos tratamentos com relação à testemunha sem aplicação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (dados não mostrados). Tais resultados concordam, em parte, com os observados por Spader e Vidal (2001), que não verificaram para o híbrido AG 501 efeito significativo de redução de espigas por planta quando submetidas às doses de 60 e 80 g ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Damião Filho et al. (1996), após aplicação 80 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, encontraram reduções no estande final dos híbridos AG 106, 92HD1QPM e HT 2X, quando os valores de tal característica foram comparados com os valores das respectivas testemunhas.

Com relação ao número de espigas por hectare (Tabela 11) e produtividade (Tabela 12), em ambas as variáveis-respostas na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, o híbrido B 761 apresentou redução em relação à testemunha. Damião Filho et al. (1996), após aplicação de 80 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, também constataram efeito de redução de número de espigas por unidade de área para os híbridos 92HD1QPM e HT 2X; porém, verificaram que apenas o híbrido HT 2X teve seu potencial produtivo reduzido significativamente. López-Ovejero et al. (2003), de forma semelhante, constataram redução de produtividade para o híbrido P 3027, na dose de 52 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron aplicada em plantas com quatro folhas expandidas. Spader e Antoniazzi (2006) relataram que os híbridos DKB 214, AS 1550, P30P70, Speed, Penta, P30R50 e DOW 2B150 apresentaram redução na produtividade de grãos quando foram submetidos à dose de 60 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron no estágio de seis folhas expandidas. Da mesma forma, Spader e Vidal (2001) indicaram que a injúria causada pelo nicosulfuron, nas doses de 60 e 80 g ha<sup>-1</sup>, reduziu a produtividade de grãos do híbrido AG 501 na ordem de 9 e 23% em relação à testemunha não tratada, quando aplicado no estágio de desenvolvimento de seis folhas expandidas, e em 17 e 26% quando aplicado no estágio de nove folhas expandidas, respectivamente.

Tabela 11 – Número de espigas por hectare por ocasião da colheita de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	30	60
B 551	51.736 A	49.424 A	51.965 A
Ocepar 705	49.882 A	52.896 A	48.958 A
Penta	54.285 A	52.549 A	53.243 A
B 761	52.660 A	46.181 AB	40.389 B
AG 7000	51.965 A	50.000 A	50.465 A

CV (%) = 10,01

DMS = 6,979

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, Pereira Filho et al. (2000) verificaram que os híbridos BRS 3060, BRS 3101, BRS 2114 e BRS 2110 foram tolerantes às doses de 50, 60 e 70 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, não comprometendo a produtividade de grãos. Silva et al. (2005a) também não constataram redução da produtividade de grãos para o híbrido P30F80 quando submetido à doses crescentes de nicosulfuron (0, 10, 20, 30 e 40 g ha<sup>-1</sup>) + atrazine (1200 g ha<sup>-1</sup>).

De modo geral, levando em consideração o efeito dos tratamentos herbicidas sobre a produtividade de grãos, as injúrias observadas nos híbridos B 551, Ocepar 705, Penta e AG 7000 (sintomas visuais de fitointoxicação e redução de altura) não resultaram em efeitos que posteriormente pudessem comprometer a produtividade de grãos (Tabela 12). Isso confirma os resultados apresentados na literatura: as plantas de milho apresentam mecanismos de detoxificação para este herbicida, recuperando-se progressivamente no decorrer do tempo, após a aplicação (OBRIGAWITCH et al., 1990; CAREY et al., 1997). Porém, embora as plantas de milho se recuperem dos sintomas visuais de injúria, alguns híbridos podem ter a sua produtividade afetada, dependendo da dose aplicada, do estágio de desenvolvimento das plantas e das condições climáticas no momento da aplicação (SIEGELIN, 1993). Contudo, segundo Damião Filho et al. (1996), mesmo quando os sintomas de fitointoxicação no milho não são aparentes, ainda pode ocorrer redução na produtividade final da cultura.

Tabela 12 – Produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de milho por ocasião da colheita de híbridos submetidos à aplicação do herbicida nicosulfuron em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose ( $\text{g ha}^{-1}$ )		
	0	30	60
B 551	5.928 A	5.587 A	5.817 A
Ocepar 705	5.156 A	5.302 A	5.230 A
Penta	6.513 A	6.765 A	6.485 A
B 761	6.319 A	5.530 AB	5.217 B
AG 7000	6.420 A	6.402 A	6.064 A

CV (%) = 11,05

DMS = 904

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

No caso do híbrido Penta, nas condições em que foi conduzido este trabalho, exceto para a dose de  $60 \text{ g ha}^{-1}$ , que proporcionou às plantas de milho no máximo sintomas visuais leves de fitointoxicação (Figura 3), em nenhuma das outras avaliações houve prejuízos em decorrência da aplicação das doses herbicidas, indicando um alto grau de tolerância deste híbrido quando submetido ao nicosulfuron.

Com relação ao híbrido B 761, único que apresentou redução de produtividade em virtude da aplicação do herbicida nicosulfuron (Tabela 12), particularmente na dose de  $60 \text{ g ha}^{-1}$ , os maiores índices de fitointoxicação em relação aos outros híbridos (Figura 3), o efeito acentuado sobre a altura das plantas se prolongando até a última avaliação (Tabela 9) e a redução do número de espigas por hectare (Tabela 11) contribuíram para a queda de produtividade verificada ao final do ciclo da cultura, estimada em 17,4%.

Desta forma, comparando os resultados de massa seca de parte aérea obtidos em casa-de-vegetação com os resultados de produtividade em campo, pode-se dizer que este trabalho teve importância no sentido de mostrar que experimentos de seletividade conduzidos em casa de vegetação não apresentam os mesmos resultados de um experimento conduzido em campo. Neste contexto, entre os híbridos utilizados no experimento em campo, o híbrido Ocepar 705, considerado de maior sensibilidade em casa de vegetação, não apresentou queda

de produtividade para as mesmas doses herbicidas estudadas. Da mesma forma, o híbrido B 761, considerado de sensibilidade intermediária em casa-de-vegetação, foi o único que apresentou queda de produtividade no campo, observada somente na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>.

Assim, conclui-se que ao avaliar a seletividade do nicosulfuron para híbridos de milho, é necessária a etapa de campo para verificar se os tratamentos herbicidas têm influência sobre a produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, D.D. et al. Mechanism of primisulfuron resistance in a shattercane (*Sorghum bicolor*) biotype. **Weed Science**, v.46, n.1, p.158-162, 1998.

BORÉM, A.; MIRANDA G.V. Variedades. In: BORÉM, A.; MIRANDA G.V. **Melhoramento de Plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005. p.168.

BROW, H.M. et al. Prospects for the biorational design of crop selective herbicides. **Br. Crop Prot. Conf. - Weeds**. 7A-2: p.847-856, 1991.

BRUCE, J.A. et al. Effect of growth stage and environment on foliar absorption, translocation, metabolism, and activity of nicosulfuron in quackgrass (*Elytrigia repens*). **Weed Science**, v.44, n.3, p.447-454, 1996.

BUZATTI, W.J.S. Seletividade de híbridos de milho aos herbicidas. **Informativo Fundação ABC**, v.2, n.8, p.8-10, 2000.

CAREY, J.B.; PENNER, D.; KELLS, J.J. Physiological basis for nicosulfuron and primisulfuron selectivity in five plant species. **Weed Science**, v.45, n.1, p.22-30, 1997.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; MENDONÇA, C.G. Controle de plantas daninhas na cultura de milho: enfoque atual. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Coords.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001. p.60-95.

DAMIÃO FILHO, C.F.; MÔRO, F.V.; TAVEIRA, L.R. Respostas de híbridos de milho ao nicosulfuron. 1 – Aspectos biológicos e da produção. **Planta Daninha**, v.14, n.1, p.3-13, 1996.

DIEHL, K.E.; STOLLER, E.W. Interaction of organophosphate insecticides with nicosulfuron and primisulfuron in corn. Proc. North Cent. **Weed Science**, v.45, p.31-32, 1990.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAHL, J.L.; CARELLI, M.L. Eficiência do nicosulfuron no controle de capim massambará na cultura do milho. **Planta Daninha**, v.15, n.1, p.46-52, 1997.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância**: versão 4.3. Lavras: Departamento de Ciências Exatas da UFLA, 1999.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. versão 4.6. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, 1999. (CD-ROM).

FONNE-PFISTER, R. et al. Hydroxylation of primisulfuron by inducible cytochrome P450 dependent monooxygenase system from maize. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.37, n.1, p.165-173, 1990.

FRANS, R.W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E. **Research methods in weed science**. Australian: Southern Weed Science Society, p.28-41, 1972.

GALLAHER, K. Absorption, translocation, and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. **Weed Science**, v.47, n.1, p.8-12, 1999.

GUBBIGA, N.G.; WORSHAM, A.D.; COBLE, H.D. Effect of nicosulfuron on johnsongrass (*Sorghum halepense*) control and corn (*Zea mays*) performance. **Weed Technology**, v.9, p.3574-3581, 1995.

HARMS, C.T. et al. Genetic and biochemical characterization of corn inbred lines tolerant to the sulfonyleurea primisulfuron. **Theoretical and Applied Genetics**, v.80, p.353-358, 1990.

KAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O agrônomo**, v.53, n.2, p.11-13, 2001. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/new/oagronomico532/11\\_pipoca.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/new/oagronomico532/11_pipoca.pdf)>. Acesso em: 06/05/2007.

LÓPEZ OVEJERO, R.F. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. p.47-79.

McMULLAN, P.M.; BLACKSHAW, R.E. Postmergence green foxtail (*Setaria viridis*) control in corn (*Zea mays*) in western Canada. **Weed Technology**, v.9, n.1, p.37-43, 1995.

MONKS, D.W.; MULLINS, C.A.; JOHSON, K.E. Response of sweet corn (*Zea mays*) to nicosulfuron and primisulfuron. **Weed Technology**, v.6, p.280-283, 1992.

MORELAND, D.E.; CORBIN, F.T.; McFARLAND, J.E. Effects of safeners on the oxidation of multiple substrates by grain sorghum microsomes. **Pesticide Biochemistry Physiology**, n.45, p.43-53, 1993.

MÔRO, F.V.; DAMIÃO FILHO, C.F. Alterações morfo-anatômicas das folhas de milho submetidas à aplicação de nicosulfuron. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.331-337, 1999.

MORTON, C.A.; HARVEY, R.G. Sweet corn (*Zea mays*) hybrid tolerance to nicosulfuron. **Weed Technology**, v.6, n.1, p.91-96, 1992.

OBRIGAWITCH, T.T.; KENYON, W.H.; KURATLE, H. Effect of application timing on rhizome johnsongrass (*Sorghum halepense*) control with DPX-V9360. **Weed Science**, v.38, n.1, p.45-49, 1990.

PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA, M.F.; PIRES, N.M. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.479-482, 2000.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5ª edição. Londrina: 2005. 592p.

ROLIM PEREIRA, F.A. et al. Estudo da seletividade de herbicidas em cultivares de milho (*Zea mays* L.), nas condições ambientais de Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência**, v.5, n.2, p.119-140, 2001.

SAS. Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide for personal computers**. Version 5, SAS Inst. Cary, NC. 1999.

SIEGELIN, S.D. **Timing of nicosulfuron and primisulfuron applications on corn (*Zea mays* L.) ear malformation**. West Lafayette: Purdue University, 1993. 61 f. Thesis (Master of Science) Purdue University, 1993.

SILVA, A.A., et al. Efeito de mistura de herbicida com inseticida sobre a cultura do milho, as plantas daninhas e a lagarta-do-cartucho. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.517-525, 2005a.

SILVA, A.A., et al. Aplicações seqüenciais e épocas de aplicação de herbicidas em mistura com chlorpirifos no milho e em plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.527-534, 2005b.

SILVA, F.A.; DURIGAN, J.C.; ARAÚJO, G.S. Seletividade dos herbicidas halosulfuron e nicosulfuron para cultivares de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000, p.273.

SPADER, V.; ANTONIAZZI, N. Avaliação da injúria causada por herbicidas em híbridos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília, DF: SBCPD, 2006. p.289.

SPADER, V.; VIDAL, R.A. Seletividade e dose de injúria econômica de nicosulfuron aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.929-934, 2001.

SULLIVAN, J.O.; BOUW, W.J. Sensitivity of processing sweet corn (*Zea mays*) cultivars to nicosulfuron/rimsulfuron. **Canadian Journal Plant Science.**, v.41, n.1, p.151-154, 1997.

SILVA, F.A.; DURIGAN, J.C.; ARAÚJO, G.S. Seletividade dos herbicidas halosulfuron e nicosulfuron para cultivares de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000, p.273.

## CAPÍTULO II

### TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AO HERBICIDA ISOXAFLUTOLE

**RESUMO.** O objetivo do presente trabalho foi avaliar a tolerância de híbridos de milho ao herbicida isoxaflutole e relacionar estudos de seletividade desse herbicida conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo. Para isso, foi realizado um estudo em duas etapas, sendo a primeira conduzida em casa-de-vegetação e a segunda em campo. Em casa-de-vegetação, o experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, num arranjo fatorial de 23x3 com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído por híbridos de milho e o segundo por doses do herbicida (0, 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação do herbicida, foram avaliados os sintomas de fitointoxicação, a altura e a massa seca de parte aérea das plantas. Em campo, o experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (5x3) com seis repetições, em que os fatores eram constituídos por cinco híbridos de milho, selecionados a partir dos resultados de acúmulo de massa seca de parte aérea em casa-de-vegetação, e três doses herbicidas (0, 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação do herbicida, foram avaliados o estande, o desenvolvimento e produtividade dos híbridos. Por meio dos resultados obtidos em casa-de-vegetação, foi possível agrupar os híbridos em diferentes níveis de tolerância e constatar que na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, em média, a procedência Balu mostrou-se mais tolerante que a Embrapa e os híbridos duplos mostraram-se mais sensíveis que os simples. Com relação à produtividade, não foi constatada interação significativa entre híbridos e as doses herbicidas. No entanto, na média de todos os híbridos avaliados, houve efeito negativo do isoxaflutole na dose de 120 g ha<sup>-1</sup> sobre a produtividade do milho. Assim sendo, ao avaliar a seletividade do nicosulfuron em híbridos de

milho, é necessária a etapa de campo para verificar se os tratamentos herbicidas têm influência sobre a produtividade de grãos.

Palavras-chave: seletividade, isoxazoles, inibidores de carotenóides, *Zea mays*

## 1 INTRODUÇÃO

A redução de produtividade da cultura do milho devido à interferência estabelecida pelas plantas daninhas pode alcançar até 70%, variando em função da espécie e do grau de infestação, do tipo de solo, das condições climáticas no período, bem como do espaçamento, da variedade e do estágio fenológico da cultura e do período em que a convivência das plantas daninhas e da cultura acontece (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

Historicamente, o manejo de plantas daninhas mais utilizado nas culturas agrícolas baseava-se em capinas manuais e no cultivo mecânico das entrelinhas, com reconhecida eficiência (WILSON, 1993; ABDIN et al., 2000). No entanto, devido ao desenvolvimento do método químico de controle de plantas daninhas, a aplicação de herbicidas tornou-se freqüente, sobretudo em consequência de sua eficácia, conveniência e viabilidade de custos (ABDIN et al., 2000; JAKELAITIS et al., 2005).

Conforme Velini et al. (1992), a seletividade é a capacidade de um determinado herbicida de eliminar plantas daninhas que se encontram no mesmo ambiente da cultura sem causar danos fitotóxicos capazes de reduzir a produtividade e/ou prejudicar a qualidade do produto obtido.

A seletividade não pode ser determinada apenas pela verificação ou não de sintomas de fitointoxicação, pois são conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem produzir-lhes efeitos visualmente detectáveis, bem como existem herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas, mas que permitem manifestar plenamente seus potenciais produtivos (MELHORANÇA et al., 1999). Estas informações estão de acordo com Lorenzi et al. (1994), que afirmam que níveis significativos de injúrias podem não causar redução de produtividade. Portanto, na avaliação da seletividade, além dos sintomas visuais de intoxicação, é importante considerar

os dados de produtividade da cultura (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995).

Por sua vez, Anderson (1996) cita que a seletividade pode ocorrer devido à ação diferencial de um herbicida nas plantas, pois ele difere quanto aos fatores relacionados à absorção, translocação e ao metabolismo.

O isoxaflutole [5-ciclopropil-4-(2-metilsulfonil-4-trifluorometilbenzoil)-isoxaflutole do grupo químico dos isoxasoles é considerado um pró-herbicida, uma vez que no solo, na água e na planta é rapidamente convertido ao metabólito diquetonitrila, que é a molécula biologicamente ativa no controle de plantas daninhas, através da clivagem do anel isoxazole (CEZARINO, 1997). No caso do solo, quanto maior a umidade e o pH mais rápida é a conversão.

Segundo Rouchaud et al. (1998), a dissipação do isoxaflutole a diquetonitrila é mais rápida em pH 7,2 do que em pH 5,5. O metabólito diquetonitrila é mais solúvel, mais estável e mais persistente que o isoxaflutole e apresenta solubilidade em água de 326 mg.L<sup>-1</sup> (TAYLOR-LOVELL et al., 2000; TAYLOR-LOVELL et al., 2002; MITRA et al., 2000). Taylor-Lovell et al. (2002) relatam meia-vida maior que 56 dias em solo com pH 7,0 e 2,5 % de carbono orgânico, comparado a meia-vida menor que dois dias para o isoxaflutole no mesmo solo.

Atualmente, o isoxaflutole é recomendado para o controle de plantas daninhas em milho, mandioca, batata, algodão e cana-de-açúcar, possuindo registro para controle de guanxuma (*Sida rhombifolia*), caruru (*Amaranthus retroflexus*), caruru-rasteiro (*Amaranthus deflexus*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), joá-de-capote (*Nicandra physaloides*) e capim-colonião (*Panicum maximum*) (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Nessas culturas, esse herbicida pode ser usado em pré e pós-emergência precoce (KRUSE, 2001).

O isoxaflutole é absorvido preferencialmente pelas raízes, embora também pelas sementes. Isto não ocorre com seu derivado diquetonitrila, que é

absorvido somente pelas raízes. Sprague et al. (1999a) verificaram que em sementes o isoxaflutole é mais prontamente absorvido que o diquetonitrila. Após absorvido, tanto o isoxaflutole como o diquetonitrila são transportados rapidamente para o ápice da plântula, onde a maior parte do isoxaflutole é então convertida a diquetonitrila. Estudos com aplicações de isoxaflutole sobre as folhas mostraram que ocorre absorção foliar e posterior translocação, evidenciando mobilidade simplástica e apoplástica desse herbicida e do seu principal metabólico (SPRAGUE et al., 1999b; YOUNG; HART, 2000).

A grande responsável pela seletividade do isoxaflutole para espécies tolerantes, tais como o milho e a cana-de-açúcar, é a capacidade de metabolizar rapidamente o isoxaflutole para diquetonitrila e, principalmente, deste para ácido benzóico, que não possui qualquer ação herbicida, e, ao final do processo, para gás carbônico (PALLET et al., 1998; SPRAGUE et al., 1999b). Em espécies sensíveis, essa metabolização ocorre lentamente, permitindo a inibição enzimática pelo diquetonitrila.

O comportamento do isoxaflutole pode ser resumido como uma rápida conversão para diquetonitrila após a absorção, que sofre posterior clivagem para ácido benzóico inativo, de forma mais rápida no milho. Parece não haver diferenças na absorção e translocação entre milho e plantas sensíveis, com o diquetonitrila sendo translocado através de toda a planta, para folhas novas e formadas, predominantemente pela rota apoplástica. A redistribuição de diquetonitrila de folhas maduras para folhas jovens via floema deve também ocorrer (PALLET et al., 1998).

O isoxaflutole causa a disrupção da síntese de pigmentos, levando ao surgimento de sintomas característicos de “branqueamento” de tecidos desenvolvidos após a aplicação nas espécies suscetíveis, seguido de paralisação de crescimento e necrose (PALLET et al., 1998). Esse “branqueamento” ocorre devido à fotooxidação e destruição da clorofila, provocada pela presença de luz e ausência de carotenóides, que não exercem seu papel protetor contra a fotooxidação (DEVINE et al., 1993; SPRAGUE et al., 1999b; VIDAL, 1997).

A perda de pigmentos foliares é típica de um grande número de herbicidas que inibem a síntese de carotenóides (OLIVEIRA JR., 2001). Segundo Kruse (2001), os carotenóides têm a função de dissipar o excesso de energia da clorofila na forma de calor e evitar a formação de clorofila tripleno, estado este caracterizado quando a clorofila, na presença de luz, forma radicais livres. Na presença dos herbicidas inibidores da síntese de carotenóides ocorre acúmulo de radicais livres com conseqüente destruição das membranas celulares e posterior morte das plantas.

A maioria dos herbicidas inibidores da síntese de carotenóides, no entanto, atua sobre a fitoeno desaturase, enzima que cataliza as reações iniciais na conversão do fitoeno (precursor incolor dos carotenóides) em carotenóides coloridos. Os sintomas foliares estão associados com o acúmulo do fitoeno, típico dos herbicidas que inibem o fitoeno desaturase. No entanto, nem o isoxaflutole nem o diquetonitrila inibe a atividade desta enzima. O diquetonitrila inibe a 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase (HPPD) a partir da degradação do aminoácido tirosina, com inibição indireta do fitoeno desaturase resultante da depleção de um co-fator essencial, a plastoquinona (PALLET et al., 1998; VIVIANI et al., 1998).

Embora a conversão de isoxaflutole à diquetonitrila possa ocorrer antes ou após a absorção pelas plantas, é o metabólito diquetonitrila que atua como um potente inibidor da HPPD. O isoxaflutole bloqueia também o transporte de elétrons da fotossíntese, ao nível de fotossistema II, pela menor produção de plastoquinona necessária ao transporte de elétrons, gerando o estado de clorofila tripleno e os demais radicais livres, aumentando, assim, o estresse oxidativo já provocado pela ausência de proteção dos carotenóides (DEVINE et al., 1993; PALLET et al., 1998; VIVIANE et al., 1998).

No que se refere a sua utilização em campo, a lixiviação do isoxaflutole depende basicamente do teor de matéria orgânica e pH do solo, bem como do volume de precipitação que ocorre logo após sua aplicação. Como é rapidamente convertido a diquetonitrila, é importante considerar também a lixiviação desse metabólito. Assim, pela variação de solubilidade entre ambos, evidencia-se que

20 mm de precipitação posicionam 90% do isoxaflutole mais diquetonitrila entre 0 e 15 cm de profundidade; considerando apenas diquetonitrila, a mesma precipitação coloca 60% entre 16 e 55 cm de profundidade. Por isso, elevadas precipitações durante vários dias após a aplicação em solos com menor teor de argila e pH mais elevado podem provocar fitointoxicação em híbridos de milho mais sensíveis e redução no controle de plantas daninhas (CESARINO, 1997; MITRA et al., 1999; SPRAGUE et al., 1999b).

Sendo assim, mesmo o isoxaflutole sendo um herbicida registrado para a cultura do milho, diversos problemas de fitointoxicação na cultura têm sido descritos após o uso do mesmo. Até o momento, não se chegou a fatos conclusivos que explicassem os motivos pelos quais tais fatos estejam ocorrendo. Fatores relacionados à sensibilidade de híbridos, à composição química e física do solo onde o herbicida é aplicado ou ainda à intensidade de precipitação pluvial que ocorre após a semeadura possam estar envolvidos.

Em decorrência dos sintomas de fitointoxicação apresentados pela cultura do milho após a utilização deste herbicida, o presente trabalho foi elaborado com o propósito de avaliar a tolerância de híbridos de milho ao isoxaflutole, em vista da limitada disponibilidade de informações existentes quanto à seletividade deste herbicida à cultura, e relacionar estudos de seletividade desse herbicida conduzidos em casa-de-vegetação com estudos desenvolvidos em campo, no que se refere ao desenvolvimento e à produtividade dos híbridos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi composto por duas etapas. A primeira foi conduzida em casa-de-vegetação do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM), no município de Maringá, PR, situada a 23°25'31" de latitude sul, 51°56'19" de longitude oeste de Greenwich e a 542 m de altitude. A segunda, em campo em uma propriedade localizada aproximadamente 2 km da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), no município de Iguatemi, PR, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, a 23°25'17" de latitude sul, 51°57'08" de longitude oeste de Greenwich e a 550 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima para ambas as localidades é do tipo CW<sup>a</sup>, mesotérmico úmido, com chuvas de verão e de outono e verão quente.

### 2.1 Experimento em casa-de-vegetação

Foram utilizadas amostras deformadas de solo, provenientes da camada de 0 a 0,20 m de profundidade de um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura arenosa. As amostras foram coletadas em área com conhecido histórico de uso sob semeadura direta.

Após a coleta das amostras, o solo foi peneirado em malha de 2 mm para separação de torrões, raízes e palha. Após o preparo, as amostras foram submetidas à análises para determinar suas características químicas e granulométrica (Tabela 1). O experimento foi conduzido no período de 09/10/04 a 10/11/04.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos com capacidade de 5 dm<sup>3</sup>, onde foram semeadas 6 sementes de milho por vaso, à profundidade de aproximadamente 2 cm, aplicando o isoxaflutole a seguir em pré-emergência. A semeadura foi efetuada com sementes tratadas com imidacloprid na dose de 480 g para cada 100 kg de sementes. Após a emergência das plantas, procedeu-se o desbaste, deixando apenas três plantas por vaso.

Tabela 1 – Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento de casa-de-vegetação (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006.

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	P	C	
CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					(mg dm <sup>-3</sup> )		(g dm <sup>-3</sup> )	
5,6	6,5	0,0	1,88	1,48	0,59	0,16	2,23	4,11	51	5,58
Areia grossa		Areia fina			Silte		Argila			
(g kg <sup>-1</sup> )										
650		300			20		30			

\* Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Por ocasião das aplicações do isoxaflutole, utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 207 kPa, equipado com três pontas XR 110.02, espaçadas de 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m da superfície do alvo, aplicando-se o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de céu claro, velocidade do vento inferior a 5 km h<sup>-1</sup>, solo úmido, temperatura do ar de 23°C e umidade relativa de 86%.

No experimento foram avaliados 23 híbridos de milho provenientes de diferentes empresas: AG 6040, AG 9010, B 178, B 184, B 551, B 761, BRS 2114, BRS 2160, BRS 3003, BRS 3150, CD 304, CD 306, CD 307, CD 308, Ocepar 705, Fort, Garra, Penta, Pointer, Premium–Flex, Speed, Tork e Valente.

Eles foram combinados em esquema fatorial com três doses do herbicida isoxaflutole (0, 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>), num delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 276 unidades experimentais.

A fitointoxicação das plantas aos 7 dias após a aplicação (DAA), a altura das plantas aos 14, 21 e 32 DAA e a massa seca de parte aérea das plantas de cada vaso aos 32 DAA foram avaliadas. A massa seca de parte aérea foi obtida a partir da colheita do material vegetal presente nos vasos, com posterior secagem em estufa a 70°C por 48 horas. As avaliações de altura e massa seca foram corrigidas para valores percentuais por meio da comparação dos valores obtidos nos tratamentos herbicidas com os valores da testemunha (dose 0 g ha<sup>-1</sup>),

considerada 100%. As avaliações de fitointoxicação foram realizadas com base em escala visual de 0-100%, sendo zero correspondente a nenhum tipo de injúria e cem a morte das plantas do vaso.

Os dados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk, com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros, utilizando-se o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1999). Para análise dos dados, utilizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999). Foram feitas também análises por contrastes em cada uma das doses herbicidas avaliadas (60 e 120 g ha<sup>-1</sup>), levando em consideração somente a avaliação de produção de massa seca de parte aérea em relação à testemunha.

A análise por contrastes objetivou comparar grupos de híbridos segundo sua procedência e tipo (Tabela 2).

Abaixo são descritos os contrastes estudados, onde  $\hat{C}_n$  é a estimativa do contraste e  $\hat{\mu}$  é a média de cada tratamento:

$$\hat{C}_1 = 2\hat{\mu}_{AG6040} + 2\hat{\mu}_{AG9010} - \hat{\mu}_{B178} - \hat{\mu}_{B184} - \hat{\mu}_{B551} - \hat{\mu}_{B761};$$

$$\hat{C}_2 = 5\hat{\mu}_{AG6040} + 5\hat{\mu}_{AG9010} - 2\hat{\mu}_{CD304} - 2\hat{\mu}_{CD306} - 2\hat{\mu}_{CD307} - 2\hat{\mu}_{CD308} - 2\hat{\mu}_{OCEPART05};$$

$$\hat{C}_3 = 2\hat{\mu}_{AG6040} + 2\hat{\mu}_{AG9010} - \hat{\mu}_{BRS2114} - \hat{\mu}_{BRS2160} - \hat{\mu}_{BRS3003} - \hat{\mu}_{BRS3150};$$

$$\hat{C}_4 = 4\hat{\mu}_{AG6040} + 4\hat{\mu}_{AG9010} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{GARRA} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{POINTER} - \hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - \hat{\mu}_{SPEED} - \hat{\mu}_{TORK} - \hat{\mu}_{VALENT};$$

$$\hat{C}_5 = 5\hat{\mu}_{B178} + 5\hat{\mu}_{B184} + 5\hat{\mu}_{B551} + 5\hat{\mu}_{B761} - 4\hat{\mu}_{CD304} - 4\hat{\mu}_{CD306} - 4\hat{\mu}_{CD307} - 4\hat{\mu}_{CD308} - 4\hat{\mu}_{OCEPART05};$$

$$\hat{C}_6 = \hat{\mu}_{B178} + \hat{\mu}_{B184} + \hat{\mu}_{B551} + \hat{\mu}_{B761} - \hat{\mu}_{BRS2114} - \hat{\mu}_{BRS2160} - \hat{\mu}_{BRS3003} - \hat{\mu}_{BRS3150};$$

$$\hat{C}_7 = 2\hat{\mu}_{B178} + 2\hat{\mu}_{B184} + 2\hat{\mu}_{B551} + 2\hat{\mu}_{B761} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{GARRA} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{POINTER} - \hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - \hat{\mu}_{SPEED} - \hat{\mu}_{TORK} - \hat{\mu}_{VALENT};$$

$$\hat{C}_8 = 5\hat{\mu}_{BRS2114} + 5\hat{\mu}_{BRS2160} + 5\hat{\mu}_{BRS3003} + 5\hat{\mu}_{BRS3150} - 4\hat{\mu}_{CD304} - 4\hat{\mu}_{CD306} - 4\hat{\mu}_{CD307} - 4\hat{\mu}_{CD308} - 4\hat{\mu}_{OCEPART05};$$

$$\hat{C}_9 = 8\hat{\mu}_{CD304} + 8\hat{\mu}_{CD306} + 8\hat{\mu}_{CD307} + 8\hat{\mu}_{CD308} + 8\hat{\mu}_{OCEPART05} - 5\hat{\mu}_{FORT} - 5\hat{\mu}_{GARRA} - 5\hat{\mu}_{PENTA} - 5\hat{\mu}_{POINTER} - 5\hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - 5\hat{\mu}_{SPEED} - 5\hat{\mu}_{TORK} - 5\hat{\mu}_{VALENT};$$

$$\hat{C}_{10} = 2\hat{\mu}_{BRS2114} + 2\hat{\mu}_{BRS2160} + 2\hat{\mu}_{BRS3003} + 2\hat{\mu}_{BRS3150} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{GARRA} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{POINTER} - \hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - \hat{\mu}_{SPEED} - \hat{\mu}_{TORK} - \hat{\mu}_{VALENT};$$

$$\hat{C}_{11} = \hat{\mu}_{AG6040} + \hat{\mu}_{B184} + \hat{\mu}_{B551} + \hat{\mu}_{B761} + \hat{\mu}_{CD308} + \hat{\mu}_{OCEPART05} + \hat{\mu}_{BRS2114} + \hat{\mu}_{BRS2160} - \hat{\mu}_{AG9010} - \hat{\mu}_{CD307} - \hat{\mu}_{FORT} - \hat{\mu}_{PENTA} - \hat{\mu}_{POINTER} - \hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - \hat{\mu}_{SPEED} - \hat{\mu}_{TORK};$$

$$\hat{C}_{12} = 8\hat{\mu}_{B178} + 8\hat{\mu}_{CD304} + 8\hat{\mu}_{CD306} + 8\hat{\mu}_{BRS3003} + 8\hat{\mu}_{BRS3150} + 8\hat{\mu}_{GARRA} + 8\hat{\mu}_{VALENT} - 7\hat{\mu}_{AG9010} - 7\hat{\mu}_{CD307} - 7\hat{\mu}_{FORT} - 7\hat{\mu}_{PENTA} - 7\hat{\mu}_{POINTER} - 7\hat{\mu}_{PREMIUM FLEX} - 7\hat{\mu}_{SPEED} - 7\hat{\mu}_{TORK};$$

$$\hat{C}_{13} = 8\hat{\mu}_{B178} + 8\hat{\mu}_{CD304} + 8\hat{\mu}_{CD306} + 8\hat{\mu}_{BRS3003} + 8\hat{\mu}_{BRS3150} + 8\hat{\mu}_{GARRA} + 8\hat{\mu}_{VALENT} - 7\hat{\mu}_{AG6040} - 7\hat{\mu}_{B184} - 7\hat{\mu}_{B551} - 7\hat{\mu}_{B761} - 7\hat{\mu}_{CD308} - 7\hat{\mu}_{OCEPAR705} - 7\hat{\mu}_{BRS2114} - 7\hat{\mu}_{BRS2160};$$

Tabela 2 – Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos avaliados.

Contrastes			Componentes de cada grupo nos contrastes	
			Híbridos	
$\hat{C}_1$	Híbridos Agroceceres	vs	Híbridos Balu	AG 6040 e AG 9010 vs B 178, B 184, B551 e B 761
$\hat{C}_2$	Híbridos Agroceceres	vs	Híbridos Coodetec	AG 6040 e AG 9010 vs CD 304, CD 306, CD 307, CD 308 e Ocepar 705
$\hat{C}_3$	Híbridos Agroceceres	vs	Híbridos Embrapa	AG 6040 e AG 9010 vs BRS 2114, BRS 2160, BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_4$	Híbridos Agroceceres	vs	Híbridos Syngenta	AG 6040 e AG 9010 vs Fort, Garra, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed, Tork e Valent
$\hat{C}_5$	Híbridos Balu	vs	Híbridos Coodetec	B 178, B 184, B551 e B 761 vs CD 304, CD 306, CD 307, CD 308 e OCEPAR 705
$\hat{C}_6$	Híbridos Balu	vs	Híbridos Embrapa	B 178, B 184, B551 e B 761 vs BRS 2114, BRS 2160, BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_7$	Híbridos Balu	vs	Híbridos Syngenta	B 178, B 184, B551 e B 761 vs Fort, Garra, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed, Tork e Valent
$\hat{C}_8$	Híbridos Coodetec	vs	Híbridos Embrapa	CD 304, CD 306, CD 307, CD 308 e OCEPAR 705 vs BRS 2114, BRS 2160, BRS 3003 e BRS 3150
$\hat{C}_9$	Híbridos Coodetec	vs	Híbridos Syngenta	CD 304, CD 306, CD 307, CD 308 e OCEPAR 705 vs Fort, Garra, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed, Tork e Valent
$\hat{C}_{10}$	Híbridos Embrapa	vs	Híbridos Syngenta	BRS 2114, BRS 2160, BRS 3003 e BRS 3150 vs Fort, Garra, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed, Tork e Valent
Tipo				
$\hat{C}_{11}$	Híbridos Simples	vs	Híbridos Duplos	AG 9010, CD 307, Fort, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed e Tork vs AG 6040, B 184, B 551, B 761, CD 308, Ocepar 705, BRS 2114 e BRS 2160
$\hat{C}_{12}$	Híbridos Simples	vs	Híbridos Triplos	AG 9010, CD 307, Fort, Penta, Pointer, Premium Flex, Speed e Tork vs B 178, CD 304, CD 306, BRS 3003, BRS 3150, Garra e Valent
$\hat{C}_{13}$	Híbridos Duplos	vs	Híbridos Triplos	AG 6040, B 184, B 551, B 761, CD 308, Ocepar 705, BRS 2114 e BRS 2160 vs B 178, CD 304, CD 306, BRS 3003, BRS 3150, Garra e Valent

## 2.2 Experimento em campo

O solo da área experimental foi identificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura areia franca. As análises químicas e granulométrica encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das análises químicas e granulométrica do solo utilizado no experimento de campo (camada de 0 a 20 cm de profundidade). Maringá-PR, 2006.

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	P	C	
CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						(mg dm <sup>-3</sup> ) (g dm <sup>-3</sup> )		
5,1	5,7	0,0	3,58	4,00	1,92	0,51	6,43	10,11	3,0	10,07
Areia grossa		Areia fina			Silte			Argila		
(g kg <sup>-1</sup> )										
400		350			80			170		

\* Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Antes da instalação dos experimentos, as plantas daninhas presentes na área foram manejadas com dessecações seqüenciais, visando semeadura no limpo. A primeira aplicação foi realizada com a mistura de 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate + 24 g ha<sup>-1</sup> de carfentrazone ethyl 20 dias antes da semeadura e a segunda aplicação foi realizada com 400 g ha<sup>-1</sup> de paraquat no dia da semeadura. Como o interesse era estudar apenas a seletividade dos tratamentos herbicidas para os híbridos em questão, todas as plantas daninhas que emergiram durante o ciclo da cultura foram eliminadas por capina manual, independente do controle proporcionado pelas aplicações herbicidas.

A semeadura foi realizada no dia 26 de novembro de 2005, em sistema de semeadura direta, sendo que, imediatamente antes da sua realização, foram formados sulcos espaçados de 0,90 m entre si através da utilização de uma semeadora, os quais receberam o equivalente a 300 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 08-20-20. Nestes sulcos foram semeadas manualmente seis sementes de milho

por metro, a uma profundidade de 2–5 cm, aplicando-se o isoxaflutole a seguir em pré-emergência. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de cinco m de comprimento, perfazendo uma área de 30 m<sup>2</sup>. Considerou-se como área útil as quatro linhas centrais descontados 0,5 m de cada extremidade (14,4 m<sup>2</sup>). A emergência do milho teve início cinco dias após a semeadura, no dia 01 de dezembro de 2005.

Quando a maioria das plantas de milho apresentou-se com três folhas expandidas, realizou-se uma adubação de cobertura aplicando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando como fonte nitrogenada a uréia. Foram utilizados para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) aplicações dos inseticidas cipermetrina e lambdacialotrina nas doses de 16,25 e 7,5 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quatro vezes durante o ciclo, sendo a primeira aplicação realizada com cipermetrina e as demais com lambdacialotrina.

O herbicida isoxaflutole foi aplicado mediante utilização de pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 207 kPa, equipado com cinco pontas XR 110.02, espaçadas de 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m da superfície do alvo, que proporcionou o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. Além disso, tomou-se o cuidado de isolar cada parcela com cortinas plásticas no momento da aplicação, com o objetivo de evitar a deriva. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de céu claro, velocidade do vento inferior a 5 km h<sup>-1</sup>, solo úmido, temperatura do ar de 28°C e umidade relativa de 55%.

Para compor os tratamentos avaliados no campo, foram utilizados cinco híbridos de milho, escolhidos previamente a partir dos resultados de casa-de-vegetação. Selecionou-se híbridos com diferentes níveis de sensibilidade ao herbicida isoxaflutole, os quais foram divididos em três grupos, levando-se em consideração o acúmulo de massa seca de parte aérea após a aplicação do herbicida: o primeiro, de maior sensibilidade, composto pelos híbridos Penta e Ocepar 705; o segundo, de sensibilidade intermediária, composto pelos híbridos CD 304 e B 184; e o terceiro, de menor sensibilidade, composto pelo híbrido Garra.

O experimento foi montado em esquema fatorial 5x3, composto por cinco híbridos de milho (Penta, B 184, CD 304, Ocepar 705 e Garra) combinados com três doses do herbicida isoxaflutole (0, 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>), sendo a primeira dose considerada testemunha, num delineamento em blocos ao acaso com 6 repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

As avaliações foram constituídas pela análise de fitointoxicação das plantas, utilizando uma escala visual de 0-100%, em que zero corresponde a nenhum tipo de injúria e cem a morte das plantas aos 7, 14, 21 e 28 DAA, pelo estande aos 7, 14 e 21 DAA, pela altura aos 21 e 28 DAA, medindo-se dez plantas por parcela, do nível do solo até a inserção da lígula da última folha expandida, pelo diâmetro de colmo de dez plantas por parcela por ocasião do surgimento das espigas aos 77 DAA, realizada com auxílio de paquímetro digital, sendo a leitura realizada no primeiro entrenó abaixo da espiga mais baixa, pelo número de espigas por planta e número de espigas por hectare realizada por ocasião da colheita, pela umidade dos grãos, pela massa de 100 grãos e pela produtividade, corrigidos para 14% de umidade. Para o cálculo da umidade dos grãos, utilizou-se um valor médio de quatro avaliações de umidade por parcela, por meio da seguinte fórmula:  $U(\%) = [(MU - MS) / MU] \times 100$ , onde U(%) é a umidade em percentagem, MU é a massa dos grãos úmidos e MS é a massa dos grãos secos. Para efeito de análise, os dados de diâmetro de colmo e altura aos 28 DAA foram transformados para log (x). A colheita foi feita em 06 de abril de 2006. As espigas foram despalhadas manualmente e debulhadas mecanicamente.

Os dados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk, com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros, utilizando-se o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1999). Para análise dos dados, utilizou-se de análise variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Experimento em casa-de-vegetação

Aos 7 DAA foram observados índices de fitointoxicação inferiores a 5% na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole para os híbridos BRS 2160, Garra, Pointer e Valent, entre 5 e 10% para os híbridos AG 6040, AG 9010, B 178, B 184, B 551, B 761, BRS 2114, BRS 3003, CD 307, CD 308, Fort, Ocepar 705, Penta, Premium – Flex e Speed e superiores a 10% somente para os híbridos BRS 3150, CD 304, CD 306 e Tork. O menor índice (3,75%) foi observado para os híbridos BRS 2160 e Pointer e o maior (18,25%) para o híbrido BRS 3150.

Na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, foram observados índices de fitointoxicação inferiores a 15% para os híbridos B 184, CD 307 e Pointer, entre 15 e 20% para os híbridos AG 9010, B 551, B 761, BRS 2114, Fort, Garra e Speed, entre 20 e 30% para os híbridos AG 6040, B 178, BRS 2160, BRS 2375, CD 304, CD 308, Ocepar 705 e Valent e maiores que 30% para os híbridos BRS 3150, CD 306, Penta, Premium-Flex e Tork, sendo o menor índice (12,50%) para o híbrido B 184 e o maior (41,25%) para o híbrido Tork, que foi o único a apresentar índice acima de 40%. A Figura 1 ilustra os resultados de fitointoxicação aos 7 DAA para cada um dos híbridos estudados.

Todos os híbridos apresentaram injúrias mais acentuadas com o incremento da dose, caracterizadas pelo branqueamento das folhas até eventuais necroses nos tecidos, principalmente nos mais novos, tendo variações de intensidade em função do híbrido avaliado. Nas avaliações em questão, os híbridos mais sensíveis à dose de 60 g ha<sup>-1</sup> (fitointoxicação > 10%), exceto o CD 304, apresentaram índices de fitointoxicação superiores a 30% quando submetidos à dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, sendo, portanto, os que apresentaram maior sensibilidade ao isoxaflutole, dentro das doses avaliadas (Figura 1).

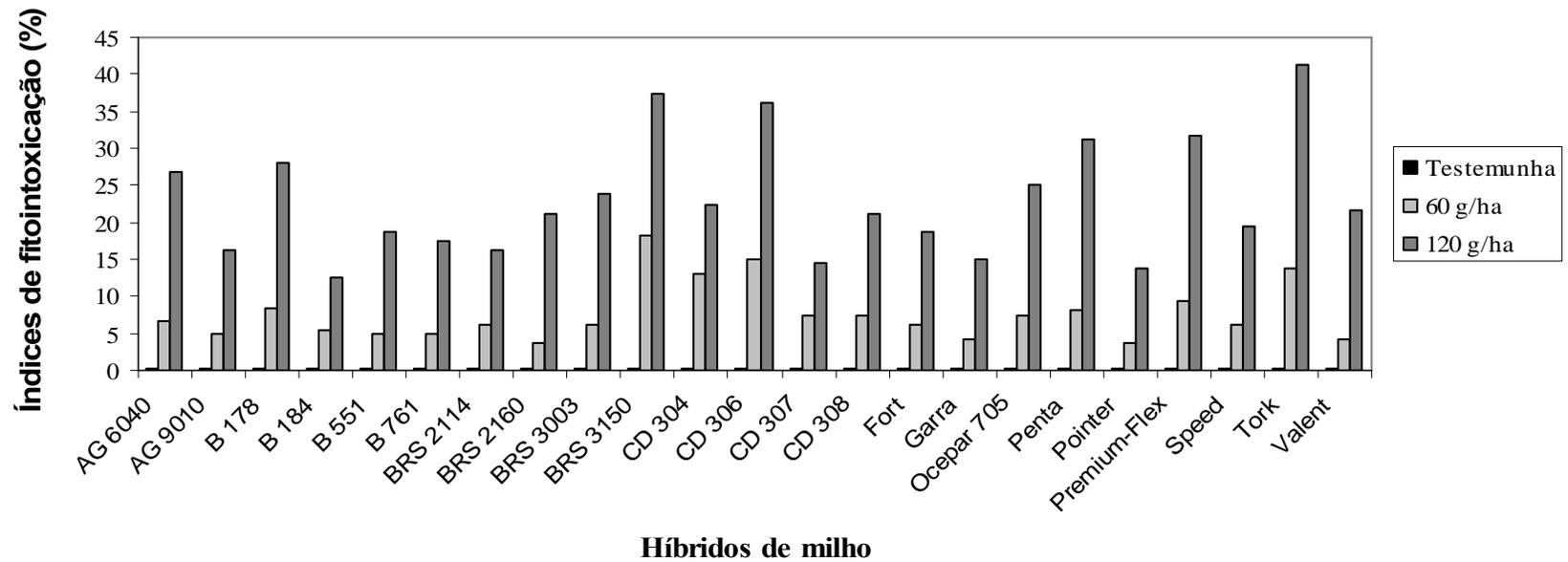


Figura 1 – Índices de fitointoxicação relativa (%) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 7 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Por outro lado, os híbridos Garra e Pointer foram considerados os mais tolerantes em função de apresentarem índices de fitointoxicação inferiores a 5% e 15% quando aplicadas as doses de 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1).

No que se refere às avaliações de altura de plantas aos 14 DAA (Tabela 4), comparados às suas respectivas testemunhas sem herbicida, os híbridos B 178, BRS 2160, BRS 3150, CD 304, CD 306, CD 308, Garra, Ocepar 705, Penta, Speed, Tork e Valent apresentaram reduções significativas tanto na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> quanto na de 120 g ha<sup>-1</sup>, sendo que, para os híbridos B 178, BRS 2160, BRS 3150, CD 306, Ocepar 705, Penta, Speed e Tork, essa diferença foi significativa também entre estas duas doses, observando-se maior redução na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. Quando submetidos à dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, somente o híbrido Pointer não apresentou redução de altura.

Tabela 4 – Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas dos híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 14 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
AG 6040	100,0 Aa	96,74 Aa	68,10 Bb
AG 9010	100,0 Aa	98,78 Aa	75,01 Bb
B 178	100,0 Aa	79,31 Bb	66,40 Cb
B 184	100,0 Aa	90,08 Aa	70,50 Bb
B 551	100,0 Aa	94,80 Aa	74,52 Bb
B 761	100,0 Aa	97,06 Aa	68,80 Bb
BRS 2114	100,0 Aa	91,53 Aa	62,57 Bc
BRS 2160	100,0 Aa	85,67 Bb	69,83 Cb
BRS 3003	100,0 Aa	94,53 Aa	71,90 Bb
BRS 3150	100,0 Aa	80,82 Bb	59,42 Cc
CD 304	100,0 Aa	75,29 Bb	75,42 Bb
CD 306	100,0 Aa	80,32 Bb	55,42 Cc
CD 307	100,0 Aa	92,96 Aa	77,08 Bb
CD 308	100,0 Aa	81,56 Bb	73,91 Bb
Fort	100,0 Aa	96,29 Aa	84,63 Ba
Garra	100,0 Aa	84,60 Bb	73,59 Bb
Ocepar 705	100,0 Aa	79,21 Bb	50,61 Cc
Penta	100,0 Aa	84,51 Bb	61,56 Cc
Pointer	100,0 Aa	89,89 Aa	86,45 Aa
Premium - flex	100,0 Aa	96,45 Aa	74,27 Bb
Speed	100,0 Aa	87,53 Bb	68,91 Cb
Tork	100,0 Aa	82,44 Bb	67,69 Cb
Valent	100,0 Aa	89,54 Ba	83,31 Ba

CV (%) = 9,85

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Aos 21 DAA (Tabela 5), somente os híbridos B 178, CD 304 e Tork tiveram redução significativa tanto na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> quanto na de 120 g ha<sup>-1</sup>, sendo que, dos três, apenas os híbridos B 178 e Tork apresentaram diferença significativa também entre as duas maiores doses, observando-se maior redução na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. Apenas os híbridos CD 307, Fort e Pointer não sofreram reduções de altura para todas as doses avaliadas. No que diz respeito aos demais híbridos não citados, estes sofreram redução somente na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>.

Tabela 5 – Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 21 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
AG 6040	100,0 Aa	97,06 Aa	69,76 Bb
AG 9010	100,0 Aa	96,33 Aa	81,30 Ba
B 178	100,0 Aa	78,39 Ba	58,05 Cc
B 184	100,0 Aa	95,79 Aa	75,96 Ba
B 551	100,0 Aa	99,64 Aa	82,61 Ba
B 761	100,0 Aa	96,50 Aa	78,42 Ba
BRS 2114	100,0 Aa	85,86 Aa	58,68 Bc
BRS 2160	100,0 Aa	88,64 Aa	69,30 Bb
BRS 3003	100,0 Aa	96,09 Aa	74,31 Ba
BRS 3150	100,0 Aa	89,92 Aa	57,88 Bc
CD 304	100,0 Aa	81,01 Ba	84,10 Ba
CD 306	100,0 Aa	89,72 Aa	62,63 Bc
CD 307	100,0 Aa	92,90 Aa	87,24 Aa
CD 308	100,0 Aa	87,80 Aa	71,23 Bb
Fort	100,0 Aa	94,44 Aa	87,03 Aa
Garra	100,0 Aa	89,64 Aa	79,07 Ba
Ocepar 705	100,0 Aa	89,85 Aa	53,46 Bc
Penta	100,0 Aa	93,61 Aa	67,45 Bb
Pointer	100,0 Aa	94,78 Aa	92,47 Aa
Premium - flex	100,0 Aa	97,43 Aa	71,38 Bb
Speed	100,0 Aa	95,48 Aa	74,37 Ba
Tork	100,0 Aa	85,03 Ba	57,11 Cc
Valent	100,0 Aa	93,69 Aa	80,57 Ba

CV (%) = 11,61

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Na última avaliação, realizada aos 32 DAA (Tabela 6), apenas os híbridos BRS 2160 e CD 308 foram afetados por ambas as doses herbicidas, que causou redução de altura em relação as suas testemunhas. No entanto, na dose de

120 g ha<sup>-1</sup>, além dos dois híbridos citados, os híbridos AG 6040, BRS 2114, Ocepar 705 e Tork também foram prejudicados.

Tabela 6 – Altura relativa (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 32 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
AG 6040	100,0 Aa	96,77 Aa	86,72 Ba
AG 9010	100,0 Aa	92,02 Aa	92,63 Aa
B 178	100,0 Aa	92,76 Aa	92,00 Aa
B 184	100,0 Aa	96,66 Aa	89,06 Aa
B 551	100,0 Aa	96,18 Aa	93,32 Aa
B 761	100,0 Aa	96,04 Aa	96,20 Aa
BRS 2114	100,0 Aa	95,45 Aa	76,91 Bb
BRS 2160	100,0 Aa	90,91 Ba	84,46 Bb
BRS 3003	100,0 Aa	98,05 Aa	90,60 Aa
BRS 3150	100,0 Aa	92,21 Aa	86,61 Aa
CD 304	100,0 Aa	93,06 Aa	90,09 Aa
CD 306	100,0 Aa	96,41 Aa	94,10 Aa
CD 307	100,0 Aa	93,55 Aa	92,39 Aa
CD 308	100,0 Aa	85,72 Ba	90,94 Ba
Fort	100,0 Aa	93,28 Aa	96,94 Aa
Garra	100,0 Aa	87,34 Aa	92,36 Aa
Ocepar 705	100,0 Aa	94,58 Aa	68,43 Bc
Penta	100,0 Aa	97,00 Aa	91,86 Aa
Pointer	100,0 Aa	89,53 Aa	93,28 Aa
Premium - flex	100,0 Aa	92,13 Aa	95,37 Aa
Speed	100,0 Aa	94,95 Aa	91,45 Aa
Tork	100,0 Aa	92,42 Aa	82,46 Bb
Valent	100,0 Aa	97,60 Aa	93,87 Aa

CV (%) = 8,55

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, levando em consideração a altura dos híbridos no decorrer das avaliações, os híbridos B 178, CD 304 e Tork mostraram recuperação somente aos 32 DAA. Já os híbridos BRS 2160 e CD 308 que aos 21 DAA evidenciaram recuperação, aos 32 DAA voltaram a apresentar redução significativa de altura.

Da mesma forma, na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, somente o híbrido CD 307 mostrou recuperação aos 21 DAA. Já os híbridos AG 9010, B 178, B 184, B 551, B 761, BRS 3003, BRS 3150, CD 304, CD 306, Garra, Penta, Premium-Flex,

Speed e Valente demonstraram recuperação de altura somente aos 32 DAA, igualando-se às plantas que não receberam herbicida.

De todos os híbridos estudados, o híbrido Pointer se destacou como sendo o mais tolerante às doses de isoxaflutole, uma vez que em nenhuma das avaliações apresentou reduções de altura em qualquer das doses avaliadas.

Ao efetuar-se a comparação entre híbridos na mesma dose, na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> houve diferença significativa entre híbridos somente para a primeira avaliação (14 DAA), sendo que os híbridos B 178, BRS 2160, BRS 3150, CD 304, CD 306, CD 308, Garra, Ocepar 705, Penta, Speed e Tork tiveram reduções de alturas inferiores aos demais. Quando aspergidos com a dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, aos 14 DAA, os híbridos BRS 2114, BRS 3150, CD 306, Ocepar 705 e Penta foram mais afetados, seguidos pelos híbridos AG 6040, AG 9010, B 178, B 184, B 551, B 761, BRS 2160, BRS 3003, CD 304, CD 307, CD 308, Garra, Premium – Flex, Speed e Tork e, por fim, pelos híbridos Fort, Pointer e Valent. Já para a avaliação realizada aos 21 DAA, os híbridos B 178, BRS 2114, BRS 3150, CD 306, Ocepar 705 e Tork mostraram maior redução de altura, seguidos dos híbridos AG 6040, BRS 2160, CD 308, Penta, Premium – Flex e, em seguida, pelos híbridos AG 9010, B 184, B 551, B 761, BRS 3003, CD 304, CD 307, Fort, Garra, Pointer, Speed e Valent. Na última avaliação (32 DAA), o híbrido Ocepar 705 apresentou a maior redução de altura, sendo significativamente inferior aos híbridos BRS 2114, BRS 2160 e Tork, os quais foram inferiores aos demais (Tabela 6).

Todavia, com relação às avaliações de altura de plantas em ambas as doses estudadas, o híbrido Ocepar 705 mostrou maior sensibilidade, pois em todas as avaliações foi o mais afetado. Por outro lado, os híbridos Fort, Pointer e Valent não apresentaram redução de altura de plantas em nenhuma das avaliações se comparados aos demais híbridos, demonstrando, desta forma, menor sensibilidade.

No que diz respeito à massa seca de parte aérea das plantas (Tabela 7), aos 32 DAA, comparados as suas respectivas testemunhas sem herbicida, apenas os híbridos BRS 2114, CD 304, Garra e Penta mostraram redução significativa

para ambas as doses herbicidas avaliadas, sendo que, para os híbridos BRS 2114 e Penta, essa diferença foi significativa também entre as doses de 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>, observando-se maior redução na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. No entanto, quando aplicada a dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, além destes, os híbridos AG 6040, B 184, BRS 2160, CD 306, Ocepar 705, Premium – Flex e Valent também apresentaram redução.

Tabela 7 – Produção de massa seca relativa de parte aérea (%) em relação à testemunha das plantas de híbridos de milho submetidos ao herbicida isoxaflutole aos 32 dias após a aplicação (DAA) em casa-de-vegetação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
AG 6040	100,0 Aa	93,33 Aa	73,86 Ba
AG 9010	100,0 Aa	87,03 Aa	81,95 Aa
B 178	100,0 Aa	90,73 Aa	77,21 Aa
B 184	100,0 Aa	89,54 Aa	70,42 Bb
B 551	100,0 Aa	97,28 Aa	92,51 Aa
B 761	100,0 Aa	89,98 Aa	83,36 Aa
BRS 2114	100,0 Aa	81,16 Ba	49,29 Cc
BRS 2160	100,0 Aa	90,62 Aa	69,44 Bb
BRS 3003	100,0 Aa	95,71 Aa	84,54 Aa
BRS 3150	100,0 Aa	89,83 Aa	78,53 Aa
CD 304	100,0 Aa	82,29 Ba	67,23 Bb
CD 306	100,0 Aa	91,08 Aa	65,69 Bb
CD 307	100,0 Aa	86,58 Aa	91,45 Aa
CD 308	100,0 Aa	95,79 Aa	86,28 Aa
Fort	100,0 Aa	85,07 Aa	80,93 Aa
Garra	100,0 Aa	80,45 Ba	80,53 Ba
Ocepar 705	100,0 Aa	82,04 Aa	57,19 Bc
Penta	100,0 Aa	72,82 Ba	48,37 Cc
Pointer	100,0 Aa	83,08 Aa	85,95 Aa
Premium - flex	100,0 Aa	90,53 Aa	70,09 Bb
Speed	100,0 Aa	97,32 Aa	90,09 Aa
Tork	100,0 Aa	91,66 Aa	88,67 Aa
Valent	100,0 Aa	92,41 Aa	76,65 Ba

CV (%) = 14,91

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

O teste de Scott-Knott permitiu o agrupamento de médias semelhantes para a variável- resposta massa seca de parte aérea, que se trata de avaliação importante, por estar diretamente ligada à fotossíntese líquida das plantas.

Assim sendo, não foram constatadas diferenças significativas entre os híbridos quando aplicado a dose de 60 g ha<sup>-1</sup>. No entanto, quando submetidos à

dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, foram formados três grupos em ordem decrescente de sensibilidade: o primeiro, composto pelos híbridos Penta, BRS 2114 e Ocepar 705, que apresentaram reduções de massa seca de parte aérea de 48,37; 49,29 e 57,19%, respectivamente; o segundo, composto pelos híbridos B 184, BRS 2160, CD 304, CD 306 e Premium – Flex, com reduções entre 29,58 e 34,31%; e o terceiro, composto pelos híbridos AG 6040, AG 9010, B 178, B 551, B 761, BRS 3003, BRS 3150, CD 307, CD 308, Fort, Garra, Pointer, Speed, Tork e Valent, reduções ≤ 26,14%.

Os resultados de massa seca de parte aérea (Tabela 7) indicam que os híbridos de milho avaliados neste trabalho demonstraram nível semelhante de sensibilidade quando submetidos à dose de 60 g ha<sup>-1</sup> (dose recomendada). Porém, com o incremento da dose para 120 g ha<sup>-1</sup>, tal fato tendeu a mudar, pois para alguns híbridos esta dose não se mostrou seletiva.

Todavia, nas condições em que o experimento foi conduzido, mediante os resultados do teste de agrupamento feito na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, pode-se classificar os híbridos como: os de maior sensibilidade, composto pelos híbridos BRS 2114, Ocepar 705 e Penta; os de sensibilidade intermediária, composto pelos híbridos B 184, BRS 2160, CD 304, CD 306 e Premium – Flex; e os de menor sensibilidade, composto pelos híbridos AG 6040, AG 9010, B 178, B 551, B 761, BRS 3003, BRS 3150, CD 307, CD 308, Fort, Garra, Pointer, Speed, Tork e Valent, sendo que, entre estes últimos, exceto o híbrido Garra, todos se destacaram como tolerantes, pois, mesmo submetidos a uma dose duas vezes maior que a recomendada, não apresentaram injúrias importantes que pudessem comprometer o acúmulo massa seca de parte aérea.

Assim como no capítulo anterior, os resultados obtidos sugerem que, de modo geral, a ocorrência de sintomas de fitointoxicação e/ou redução de altura das plantas dos híbridos em função da aplicação das doses de isoxaflutole não implica necessariamente em conseqüente redução de massa seca de parte aérea. Da mesma forma, híbridos que não apresentaram injúrias perceptíveis podem apresentar redução de massa seca de parte aérea quando submetidos ao isoxaflutole nas doses avaliadas.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para esclarecer os possíveis mecanismos de tolerância de híbridos de milho ao isoxaflutole, entre elas, sugere-se a maior ou menor atividade de enzimas monoxigenases dependentes do citocromo P-450, glutiona S-transferase (GSTs), esterases e UDP-glicosiltransferases, responsáveis pela desintoxicação de herbicidas (Ferreira & Cataneo, 2002). Outras hipóteses possíveis sugerem a absorção e translocação diferencial do herbicida para o sítio de ação na planta, com maior ou menor capacidade de metabolização e desintoxicação (EZRA; GRASSEL, 1982).

Os contrastes (Tabela 8) permitiram realizar comparações no que diz respeito ao efeito das procedências e tipos dos híbridos de milho sobre a variável-resposta massa seca da parte aérea em cada uma das doses herbicidas avaliadas.

Tabela 8 – Contrastes entre procedências e tipos dos híbridos utilizados, estimativas obtidas e probabilidade de significância para o teste F da variável-resposta matéria seca da parte aérea (MSPA), na dose de 120 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Coeficientes		Coeficientes		Estimativa	Pr>f	Coeficientes		Coeficientes		Estimativa	Pr>f
⊕	⊖	⊕	⊖	dos		⊕	⊖	⊕	⊖	dos	
Contrastes entre procedências				MSPA	Contrastes				MSPA		
Agroceres	vs	Balu		-2,973	0,602	Balu	vs	Embrapa		<b>+10,425</b>	0,026
Agroceres	vs	Coodetec		+4,336	0,431	Balu	vs	Syngenta		+3,216	0,425
Agroceres	vs	Embrapa		+7,453	0,192	Embrapa	vs	Coodetec		-3,117	0,481
Agroceres	vs	Syngenta		+0,243	0,963	Coodetec	vs	Syngenta		-4,093	0,276
Balu	vs	Coodetec		+7,309	0,099	Embrapa	vs	Syngenta		-7,209	0,075
Contrastes entre tipos				MSPA	Contrastes entre tipos				MSPA		
Duplos	vs	Simplex		<b>-6,894</b>	0,037	Triplos	vs	Duplos		+2,975	0,383
Triplos	vs	Simplex		-3,919	0,251	-	-	-		-	-

\* As estimativas apresentadas em negrito são significativas pelo teste F a 5% de probabilidade.

No que se refere à dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, os contrastes realizados entre procedências e tipos dos híbridos avaliados (dados não mostrados) não estabeleceram diferenças significativas de massa seca de parte aérea entre os

grupos analisados. Isso pode indicar, de modo geral, uma situação de alta tolerância para as diferentes procedências e tipos trabalhados neste experimento.

Entretanto, na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, os contrastes realizados evidenciaram que os híbridos Balu, em média, apresentaram massa seca de parte aérea significativamente superior aos híbridos Embrapa. Na comparação entre tipos de híbridos, os híbridos simples, em média, apresentaram massa seca de parte aérea significativamente superior aos híbridos duplos, que demonstraram maior sensibilidade. Como os híbridos duplos, de modo geral, são muito utilizados pelos agricultores, principalmente devido ao menor custo, esses resultados servem como um indicativo de alerta em relação a sua utilização, quando são combinados com a utilização do isoxaflutole.

### **3.2 Experimento em campo**

A aplicação do isoxaflutole em pré-emergência, de modo geral, causou nas plantas de milho sintomas de fitointoxicação que se caracterizaram pelo branqueamento dos tecidos com eventuais necroses, principalmente nas folhas recém expandidas, nos primeiros dias do ciclo. Para todos os híbridos avaliados tais sintomas ficaram mais evidentes com o incremento da dose aplicada (Figura 2). Estes sintomas são típicos de herbicidas do grupo dos isoxazoles e ocorrem devido ao bloqueio da síntese dos pigmentos carotenóides. Embora o crescimento das partes novas seja desprovido de pigmentação, esses herbicidas não inibem diretamente a biossíntese de clorofila. A perda da clorofila é resultado da sua oxidação pela luz, devido à falta de carotenóides que a protegem da fotoxidação (DEVINE et al., 1993; SPRAGUE et al., 1999b; VIDAL, 1997).

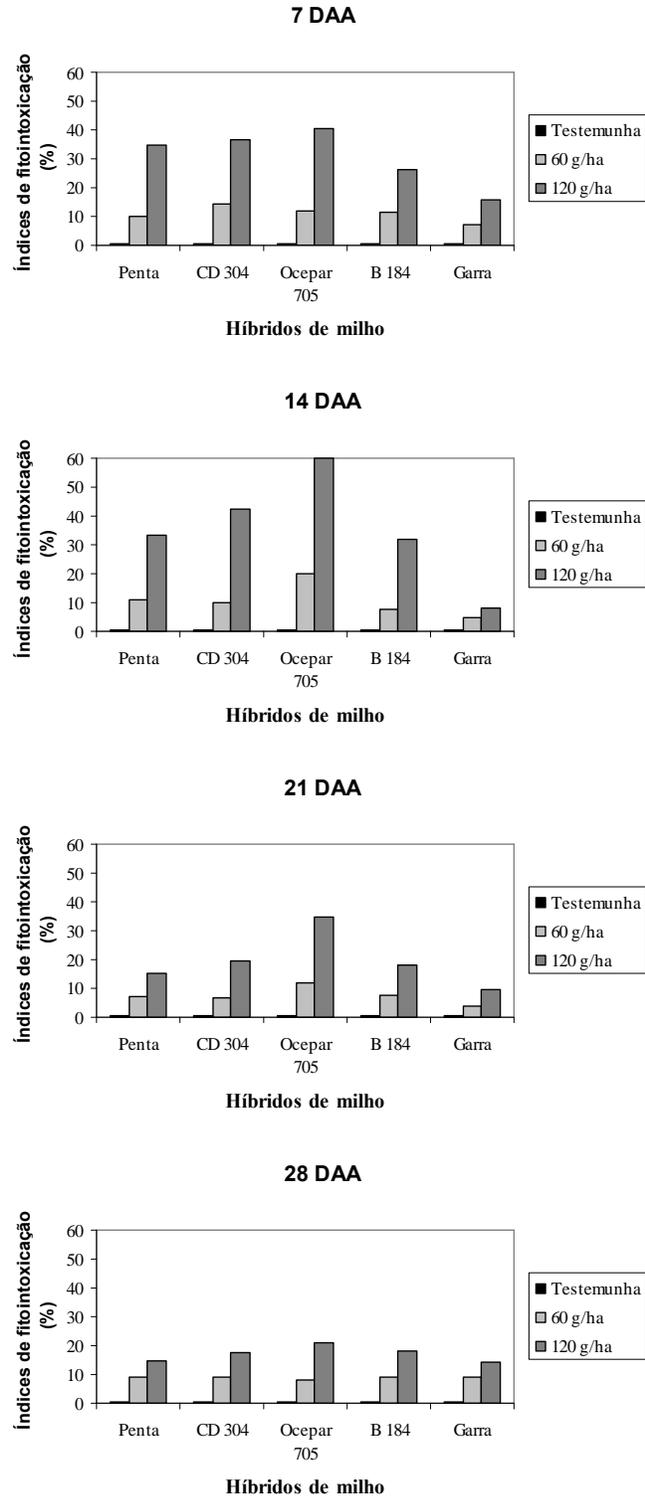


Figura 2 – Índices de fitointoxicação (%), em quatro épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole em condições de campo. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Levando em consideração as doses estudadas, foram observados, somente para o híbrido Ocepar 705, índices de fitointoxicação maiores ou iguais a 10% e 20% para as doses de 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas avaliações realizadas, exceto para a última (28 DAA) na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Por outro lado, o híbrido Garra foi o único que apresentou índices de fitointoxicação inferiores a 10 e 20% para as doses de 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em todas as avaliações (Figura 2).

No que diz respeito à avaliação de estande realizada aos 7 DAA (Tabela 9), não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos herbicidas em relação à testemunha sem aplicação. No entanto, para o híbrido Ocepar 705 houve diferença entre as doses de 60 e 120 g ha<sup>-1</sup>, observando-se maior redução na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. Para as demais avaliações, realizadas aos 14 e 21 DAA, não se constatou nenhuma diferença significativa (dados não mostrados).

Tabela 9 – Estande (plantas m<sup>-1</sup>) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 7 dias após a aplicação (DAA). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
Penta	6,00 A	6,00 A	6,00 A
CD 304	6,00 A	6,00 A	6,00 A
OC 705	5,67 AB	5,83 A	5,33 B
B 184	6,17 A	6,00 A	5,83 A
Garra	6,00 A	5,67 A	6,00 A

CV (%) = 5,92

DMS = 0,48

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Com relação às avaliações de altura de plantas (Tabela 10), tanto na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> quanto na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, os híbridos CD 304 e Garra apresentaram redução significativa se comparado as suas respectivas testemunhas sem herbicida aos 21 e 28 DAA. Os demais híbridos tiveram a altura afetada pela maior dose nas diferentes épocas avaliadas.

Tabela 10 – Altura das plantas (cm), em duas épocas de avaliação, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Dados transformados para log (x) aos 28 dias após a aplicação (DAA), com a média original entre parenteses. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Épocas (DAA)	Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
		0	60	120
21	Penta	14,50 A	12,00 AB	10,67 B
	CD 304	15,17 A	11,83 B	9,83 B
	OC 705	11,67 A	11,17 A	7,83 B
	B 184	14,83 A	12,67 AB	10,67 B
	Garra	18,50 A	14,50 B	12,67 B
CV (%) = 14,67 DMS = 2,54				
28	Penta	1,45 A (28,11)	1,39 AB (24,27)	1,33 B (21,15)
	CD 304	1,46 A (29,16)	1,35 B (22,58)	1,31 B (20,40)
	OC 705	1,39 A (24,81)	1,40 A (25,37)	1,19 B (15,56)
	B 184	1,43 A (27,14)	1,40 AB (25,11)	1,34 B (21,64)
	Garra	1,56 A (36,35)	1,47 B (29,38)	1,40 B (25,18)
CV (%) = 4,10 DMS = 1,39				

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação de diâmetro de colmo (Tabela 11), na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>, foi observado somente para o híbrido Ocepar 705 redução significativa em relação à testemunha não tratada.

Tabela 11 – Diâmetro de colmo (mm) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole aos 77 dias após a aplicação (DAA), com a média original entre parenteses. Dados transformados para log (x). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
Penta	1,19 A (15,55)	1,19 A (15,37)	1,18 A (15,25)
CD 304	1,16 A (14,34)	1,16 A (14,29)	1,15 A (14,18)
OC 705	1,17 A (14,68)	1,16 A (14,51)	1,11 B (12,83)
B 184	1,17 A (14,68)	1,14 A (13,85)	1,14 A (13,65)
Garra	1,20 A (15,85)	1,17 A (14,79)	1,16 A (14,45)
CV (%) = 2,75 DMS = 0,04			

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao número de espigas por hectare (Tabela 12), o híbrido Penta apresentou redução significativa em relação à testemunha sem herbicida somente na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, que não ocorreu na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>.

Tabela 12 – Número de espigas por hectare, por ocasião da colheita, de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
Penta	62.729 A	54.979 B	57.757 AB
CD 304	53.583 A	54.049 A	49.417 A
OC 705	53.354 A	53.590 A	48.840 A
B 184	56.944 A	56.479 A	59.257 A
Garra	52.778 A	56.250 A	52.660 A

CV (%) = 7,20

DMS = 5,465

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de umidade dos grãos (Tabela 13) mostram que a dose de 120 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole aumentou a umidade dos grãos do híbrido Garra. Tal fato indica que a utilização desta dose pode levar a um maior custo de secagem e conseqüente descontos na comercialização dos grãos. Isso provavelmente ocorreu devido ao atraso no seu ciclo, que pode explicar a maior umidade de seus grãos quando se utiliza esta dose.

Tabela 13 – Umidade dos grãos (%) de híbridos de milho submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
Penta	12,95 A	13,65 A	13,80 A
CD 304	12,70 A	12,09 A	11,68 A
OC 705	12,49 A	12,48 A	13,13 A
B 184	12,89 A	12,68 A	12,88 A
Garra	13,31 B	14,02 B	15,46 A

CV (%) = 7,83

DMS = 1,42

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As avaliações de número de espigas por planta e massa de 100 grãos não apresentaram efeitos significativos dos tratamentos em relação à testemunha sem aplicação (dados não mostrados).

No que se refere ao efeito dos tratamentos sobre a produtividade de grãos, não foi constatada interação significativa entre os híbridos e as doses herbicidas estudadas. No entanto, houve efeito isolado do fator dose, significando que, na média de todos os híbridos avaliados, há efeito negativo da dose de 120 g ha<sup>-1</sup> sobre a produtividade do milho (Tabela 14). Por outro lado, evidencia-se também que o isoxaflutole na dose recomendada (60 g ha<sup>-1</sup>) não oferece efeitos prejudiciais à produtividade, independente do híbrido considerado. Assim sendo, é importante que o agricultor tome cuidados no preparo da calda de pulverização, na tecnologia e no momento da aplicação deste herbicida, pois fatores como a sobreposição de faixas de aplicação, velocidades inadequadas no deslocamento de pulverizadores e depósitos pontuais de calda de aplicação podem levar à aplicação de doses acima das toleráveis pela cultura. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Rolim Pereira et al. (2001), que verificaram que o herbicida isoxaflutole na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> apresentou seletividade para todos os híbridos de milho avaliados: Z 8420, Z 8550, P 3027, C 333-B, AG 1051, C 747, BR 205, BR 106, BRS 3101, AG 6018, AL 25, BR 206, BR 473, AG 9010, BR 201, AL 34, XB 8010, DKB 350, SHS 4040 e AG 6690. Da mesma forma, Carvalho et al. (2000) também apresentaram resultados semelhantes após a aplicação do isoxaflutole na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, concluindo que o herbicida apresentou seletividade às cultivares de milho Exceler, Cargill 333 e P 3070.

Tabela 14 – Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de milho por ocasião da colheita de híbridos submetidos à aplicação do herbicida isoxaflutole. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2007.

Híbrido	Dose (g ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	120
Penta	6.521	6.280	6.234
CD 304	5.112	4.617	4.287
OC 705	4.720	4.842	4.337
B 184	4.986	5.127	4.746
Garra	6.102	5.559	5.503
Média	5.488 A	5.285 AB	5.021 B

CV (%) = 12,83

DMS (doses) = 418

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O efeito prejudicial da dose de 120 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole sobre a produtividade de grãos na média de todos os híbridos avaliados (Tabela 14), de modo geral, pode estar relacionado com as injúrias proporcionadas aos híbridos pelo herbicida, tais como: sintomas de fitointoxicação (Figura 2), redução de altura (Tabela 10) e diâmetro de colmo (Tabela 11). No entanto, outros componentes de produtividade não avaliados, como o número médio de fileiras de grãos por espiga e número médio de grãos por fileira, podem, da mesma forma, estar explicando tal fato.

Ao contrário do ocorrido no experimento em casa-de-vegetação, onde foi possível classificar os híbridos em diferentes níveis de sensibilidade ao isoxaflutole no que se refere ao acúmulo de massa seca de parte aérea (Tabela 7), em campo não foi possível identificar de forma específica híbridos que tenham sido afetados pelo herbicida, levando em consideração a produtividade de grãos (Tabela 14). Desta forma, a exemplo do observado para o nicosulfuron, resultados obtidos em casa-de-vegetação não corroboram, necessariamente, resultados de experimentos conduzidos em campo, onde a principal variável-resposta avaliada é a produtividade de grãos. Deste modo, para o presente trabalho, entre os híbridos utilizados na etapa de campo, os híbridos Ocepar 705 e Penta, considerados de maior sensibilidade, o híbrido Garra, considerado de menor sensibilidade, e os híbridos B 184 e CD 304, considerados de sensibilidade intermediária em casa-de-vegetação, não apresentaram queda significativa de produtividade em campo para as mesmas doses herbicidas estudadas.

Contudo, é conveniente citar que, em se tratando do isoxaflutole, são poucos os trabalhos que pesquisaram a tolerância deste herbicida a genótipos de milho, necessitando, portanto, de maior número de estudos visando obter mais informações.

## REFERÊNCIAS

ABDIN, O.A. et al. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). **European Journal of Agronomy**, v.12, p.93-102, 2000.

ANDERSON, W.P. **Weed Science: principles and applications**. 3<sup>o</sup>ed: New York, West Publishing Company, 1996. 388p.

BORÉM, A.; MIRANDA G.V. Variedades. In: BORÉM, A.; MIRANDA G.V. **Melhoramento de plantas**. 4<sup>o</sup> ed. Viçosa: UFV, 2005. p.168.

CARVALHO, J.A.; SANTOS, V.L.M.; SANTOS, C.M. Eficácia e seletividade de herbicidas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p.262.

CEZARINO, V. Isoxaflutole – nova molécula herbicida para as culturas da cana-de-açúcar e do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambu, NG. **Palestras...**Caxambú, SBCPD, 1997, p.79-93.

DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs, NJ: PTR Prentice Hall, 1993, 441p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EZRA, G.; GRESSEL, J. Rapid effects of a thiocarbamate herbicide and its dichloroacetamide protectant on a macromolecular synthesis and glutathione levels in maize cell cultures. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.17, p.48-58, 1982.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância**: versão 4.3. Lavras: Departamento de Ciências Exatas da UFLA, 1999.

FERREIRA, L.C.; CATANEO, A.C. Aspectos bioquímicos da ação “de safeners”. **Boletim informativo da SBCPD**. São Paulo: SBCPD, v.8, n.2, p.5-6, 2001.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.69-78, 2005.

KRUSE, N.D. Inibidores da síntese de carotenóides. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Ed. dos autores, p.113-122, 2001.

LORENZI, H.; BRUNELLI NETO, V.; OLIVEIRA, J.E. Estudo do efeito do herbicida oxifluorfen, aplicado em pré-emergência, sobre o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar cv. SP 71-6163. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.12, n.4, p.25-26, 1994.

MELHORANÇA, A.L. Seletividade dos herbicidas diclosulam, flumetsulam e cloransulam em diversas cultivares de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISADORES EM CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NOS CERRADOS, 12, 1999, Corumbá. **Atas e Anais...** Dourados: Embrapa/CPAO, 1999. p.15-18.

MITRA, R.A.; BHOWMIK, P.C.; XING, B. Sorption of isoxaflutole by five different soils varying in physical and chemical properties. **Pesticide Science**, v.5, n.9, p.935-942, 1999.

MITRA, S.; BHOWMILK, P.C.; XING, B. Sorption and desorption of the diketone nitrile metabolite of isoxaflutole in soils. **Environmental Pollution**, v.108, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001, p.235-238.

PALLET, K.E. et al. The mode of action of isoxaflutole. I. Physiological effects, metabolism, and selectivity. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.62, p.113-124, 1998.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5ª edição. Londrina: 2005. 592p.

ROLIM PEREIRA, F.A. et al. Estudo da seletividade de herbicidas em cultivares de milho (*Zea mays* L.), nas condições ambientais de Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência**, v.5, n.2, p.119-140, 2001.

ROUCHAUD, J. et al. Isoxaflutole herbicide soil persistence and mobility in summer corn and winter wheat crops. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.60, p.577-584, 1998.

SAS. Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide for personal computers**. Version 5, SAS Inst. Cary, NC. 1999.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

SPRAGUE, C.L.; PENNER, D.; KELLS, J.J. Important considerations for RPA 201772 utility. **Weed Technology**, v.13, p.814-820, 1999a.

SPRAGUE, C.L.; PENNER, D.; KELLS, J.J. Physiological basis for tolerance of four *Zea mays* hybrids to RPA 201772. **Weed Science**, v.47, n.4, p.375-382, 1999b.

TAYLOR-LOVELL, S. et al. Hydrolysis and soil adsorption of the labile herbicide isoxaflutole. **Environmental Science and Technology**, v.34, p.3186-3190, 2000.

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G.K.; WAX, L.M. Effects of moisture, temperature, and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.20, p.5626-5633, 2002.

VELINI, E.D. et al. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.10, p.13-16, 1992.

VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R.A. Vidal, 1997. 165p.

VIVIANI, F.; LITTLE, J.P.; PALLET, K.E. The mode of action of isoxaflutole. II. Characterization of the inhibition of carrot 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase by the diketone nitrile derivative of isoxaflutole. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.62, p.125-134, 1998.

YOUNG, B.G.; HART, S.E. Mobility of RPA 201772 in *Setaria faberi*. **Weed Science**, v.48, n.2, p.188-192, 2000.

WILSON, R.G. Effect of preplant tillage, post-plant cultivation and herbicides on weed density in corn. **Weed Technology**, v.7, p.728-734, 1993.

## CONCLUSÕES

### Experimentos em casa-de-vegetação

- Os híbridos CD 308 e Ocepar 705 foram mais sensíveis para o nicosulfuron na dose de 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>;
- Os híbridos BRS 2114, Ocepar 705 e Penta foram mais sensíveis para o isoxaflutole na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>;
- Não existe tolerância diferencial entre os híbridos avaliados quando submetidos à dose recomendada (60 g ha<sup>-1</sup>) de isoxaflutole;
- A ocorrência de sintomas de fitointoxicação e/ou redução de altura das plantas dos híbridos em função da aplicação do nicosulfuron e isoxaflutole não implica, necessariamente, em redução de massa seca de parte aérea;
- Híbridos que não apresentaram injúrias perceptíveis podem apresentar redução de massa seca de parte aérea quando submetidos a ambos os herbicidas;
- Híbridos Balu e Coodetec, em média, são mais sensíveis ao herbicida nicosulfuron na dose de 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>;
- Híbridos Balu, em média, são mais tolerantes aos híbridos Embrapa na dose de 120 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole;
- Híbridos duplos, em média, são mais sensíveis a ambos os herbicidas.

### Experimentos em campo

- O híbrido B 761 apresenta redução de produtividade quando submetido à dose recomendada (60 g ha<sup>-1</sup>) de nicosulfuron;

- O isoxaflutole na dose recomendada ( $60 \text{ g ha}^{-1}$ ) não oferece efeitos prejudiciais à produtividade para nenhum dos híbridos avaliados;
- Na média de todos os híbridos avaliados, há efeito negativo da dose de  $120 \text{ g ha}^{-1}$  de isoxaflutole sobre a produtividade;
- Ao avaliar a seletividade do nicosulfuron e isoxaflutole para híbridos de milho, é necessária a etapa de campo para verificar se os tratamentos herbicidas têm influência sobre a produtividade de grãos;
- Mais trabalhos devem ser feitos com o objetivo de relacionar resultados de experimentos de casa-de-vegetação com resultados de experimentos em campo.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)