

**SELETIVIDADE E EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS NO MANEJO DE
PLANTAS DANINHAS EM MILHO PIPOCA**

ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO - UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JANEIRO - 2010**

SELETIVIDADE E EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS NO MANEJO DE
PLANTAS DANINHAS EM MILHO PIPOCA

ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal.”

Orientador: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior

CAMPOS DOS GOYTACAZES - R J
JANEIRO - 2010

SELETIVIDADE E EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS NO MANEJO DE
PLANTAS DANINHAS EM MILHO PIPOCA

ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal.”

Aprovada em 12/01/2010.

Comissão Examinadora:

Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc. em Produção Vegetal) – UENF

Dr. Juares Ogliari (D.Sc. em Produção Vegetal) - UENF

Prof. José Augusto Teixeira do Amaral (D.Sc. em Fitotecnia) – CCA-UFES

Prof. Antônio Teixeira do Amaral Júnior (D.Sc. em Genética e Melhoramento) - UENF

Orientador

A Deus, pela vida e pela oportunidade de trabalhar em Agricultura,

Aos meus pais, Silvério e Inês, pelo amor incondicional e exemplo de vida,

Aos meus irmãos, Silvério Jr, Sílvio e Sílvia

À minha futura esposa Jalille

DEDICO

AGRADECIMENTO

A Deus, pelas bênçãos derramadas em todos os dias da minha vida;

Aos meus pais, Silvério de Paiva Freitas e Inês Helena de Jesus Freitas pelos princípios familiares e morais transmitidos ao longo da vida;

Aos meus irmãos, Silvério de Paiva Freitas Júnior, Sílvio de Jesus Freitas e Sílvia de Jesus Freitas, pela amizade e incentivo a trilhar os caminhos que aqui me trouxeram.

A toda a minha família;

A minha noiva Jalille Amim Altoé, pelo incentivo, companheirismo e pelo amor de todas as horas;

Aos meus futuros sogros José Eurico e Jane, pela amizade e confiança.

Ao orientador Profo Antonio Teixeira do Amaral Junior, pela amizade e por estar sempre disposto a escutar, discutir e contribuir e por me aceitar como seu orientado;

Ao Professor e Pai Silvério de Paiva Freitas pela extrema confiança que sempre me dispensou por sua orientação prestativa e pela sua enorme paciência e sabedoria;

Ao professor Alexandre Pio Viana, pelo auxílio na análise estatística e pela atenção a mim concedida;

Aos amigos Cássio Vitorazzi e Reynaldo Tancredo Amim, pela amizade e pelas mãos sempre estendidas durante as diversas etapas do desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, por me acolher carinhosamente durante toda essa jornada e ao CNPq pela bolsa de estudo;

Aos professores das disciplinas cursadas;

Ao técnico Jader, por toda a ajuda prestada durante a condução do experimento;

Aos funcionários da UAP;

Aos amigos que conquistei durante a melhor fase de minha vida em especial aos amigos do Bonde da Cirrose.

Aos membros da banca, pela disponibilidade em nos auxiliar neste trabalho;

A contribuição de cada um foi especial e de grande valor para a realização deste trabalho e para minha formação pessoal e profissional.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Cultura do milho pipoca (<i>Zea mays</i> L.).....	5
3.2. Plantas daninhas.....	7
3.3. Métodos de Controle de Plantas Daninhas.....	8
3.3.1. Controle Preventivo.....	8
3.3.2. Controle Cultural.....	8
3.3.3. Controle Mecânico.....	9
3.3.3.1. Capina Manual.....	9
3.3.3.2. Capina Mecânica.....	10
3.3.4. Controle Químico.....	10
3.4. Seletividade.....	11
3.5. Características dos Herbicidas.....	13
3.5.1. Mesotrione.....	13
3.5.2. Atrazine.....	14
3.5.3. Nicosulfuron.....	15
3.5.4. Atrazine + S-metolachlor.....	16
3.5.5. Tembotrione.....	16
3.7. Avaliação Fitossociológica.....	17

4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Genótipos e Manejos.....	19
4.2. Características Avaliadas.....	20
4.3. Avaliação Fitossociológica.....	21
4.3.1. Densidade Absoluta.....	22
4.3.2. Densidade Relativa.....	22
4.3.3. Freqüência Absoluta.....	22
4.3.4. Freqüência Relativa.....	22
4.3.5. Dominância Absoluta.....	23
4.3.6. Dominância Relativa.....	23
4.3.7. Índice de Valor de Importância.....	23
4.4. Delineamento e Análise Estatística.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

RESUMO

ISMAEL LOURENÇO DE JESUS FREITAS; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Janeiro de 2010. Seletividade e eficiência de herbicidas no manejo de plantas daninhas em milho pipoca. Orientador: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior. Conselheiro: Prof. Henrique Duarte Vieira.

O uso de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho pipoca torna-se um dos aspectos culturais de maior importância, podendo causar perdas acentuadas na produtividade, variando de 10 a 84 %, quando manejados inadequadamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade e a eficiência do manejo de plantas daninhas em função de herbicidas em pós-emergência na cultura do milho pipoca (*Zea mays L.*). O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com três repetições no esquema fatorial 5x6. Foram avaliados cinco genótipos (BRS Angela, IAC-112, IAC-125, UNB-2U C4 e Zélia) em seis manejos de plantas daninhas [capinado; sem capina; mesotrione + atrazine (192 g ha⁻¹ i.a. + 1200 g ha⁻¹ i.a.); tembotrione + atrazine (120 g ha⁻¹ i.a. + 1200 g ha⁻¹ i.a.); nicosulfuron + atrazine (60 g ha⁻¹ i.a. + 1200 g ha⁻¹ i.a.); Atrazine + S-metolachlor (1665 g ha⁻¹ i.a. + 1305 g ha⁻¹ i.a.)]. As seguintes características foram

avaliadas: a) altura média de planta, em cm (AP); b) altura média de inserção da primeira espiga, em cm (AE); c) número médio de plantas acamadas (NPA); d) número médio de plantas quebradas (NPQ); e) estande final (NP); f) número médio de espigas (NE); g) rendimento de grãos (RG); h) peso médio de espigas com grãos (PE); i) número médio de espigas doentes (ND); j) número médio de espiga mal empalhada (EMP); l) peso médio de 100 grãos, em g (P100); m) capacidade de expansão dos grãos (CE); n) fitotoxidez; e o) controle de plantas daninhas. Além disso, foi feita avaliação fitossociológica, por amostragem em todas as parcelas experimentais. Os herbicidas mesotrione + atrazine; nicosulfuron + atrazine; tembotrione + atrazine e atrazine + S-metolachlor, foram seletivos aos genótipos BRS Angela, IAC-112, IAC-125, UNB-2U C4 e Zélia. O manejo que proporcionou melhor controle de plantas daninhas foi o herbicida nicosulfuron + atrazine. Todos os herbicidas causaram sintomas visuais de fitotoxidez, os quais desapareceram aos 30 dias após a aplicação. O genótipo que revelou maior fitotoxidez foi Zélia. A planta daninha que conteve o maior índice de valor de importância nas parcelas estudadas foi o capim camalote (*Rottboellia cochinchinensis*).

ABSTRACT

ISMAEL LORENZO DE JESUS FREITAS, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. January 2010. Selectivity and efficiency of herbicides on weed control in popcorn. Advisor: Prof.. Antonio Teixeira do Amaral Júnior. Counselor: Prof.. Henrique Duarte Vieira.

The use of herbicides to control weeds in popcorn becomes a cultural aspects of great importance, causing significant losses in productivity, ranging from 10 to 84% when handled improperly. The objective of this study was to evaluate the selectivity and efficiency of weed management on the basis of herbicides post-emergence in popcorn (*Zea mays* L.). The experiment was conducted in a randomized block design with three replicates factorial 5x6. We evaluated five cultivars (BRS Angela, IAC 112, IAC-125, UNB-2U and Zélia C4) in six weed management [weeded, no weeding, mesotrione + atrazine (192 g ha⁻¹ i.a. + 1200 g ha⁻¹ i.a.); Tembotrione + atrazine (120 g ha⁻¹ was + 1200 g ha⁻¹ i.a.), atrazine + nicosulfuron (60 g ha⁻¹ i.a + 1200 g ha⁻¹ ai),

atrazine + S-metolachlor (1665 g ha⁻¹ i.a. + 1305 g ha⁻¹ i.a.)). The following features were evaluated: a) plant height in cm (AP) b) average height of first ear in cm (AE), c) average number of lodging (NPA), d) average number broken plants (NPQ), e) final stand (NP), f) average number of ears (NE), g) yield (RG), h) weight of ears with grain (PE); i) average number diseased ears (ND) j) the average number of spike badly stuffed (EMP), l) the average weight of 100 seeds in g (P100), m) capacity expansion of the grains (EC) n) phytotoxicity; e o) weed control. Furthermore, evaluation was done phytosociological sampling in all plots. Herbicides mesotrione + atrazine, nicosulfuron + atrazine; Tembotrione + atrazine and atrazine + S-metolachlor, were selective genotypes BRS Angela, IAC-112, IAC-125, UNB-2U C4 and Zélia. The management that provided the best weed control was nicosulfuron + atrazine. All herbicides caused visual symptoms of phytotoxicity, which disappeared at 30 days after application. The genotype that showed greater phytotoxicity was Zélia. The weed that contained the highest importance value in the plots studied was the grass camalote (*Rottboellia cochinchinensis*).

1. INTRODUÇÃO

O milho pipoca é uma cultura de alto valor econômico e, atualmente, com o aprimoramento e popularização de máquinas elétricas e fornos de microondas para o pipocamento, houve aumentos crescentes na produção e consumo deste alimento. O valor de mercado deste tipo de grão é bem superior ao do milho comum (Programa de Milho da UFV, 2008). Segundo dados da CEAGESP, em novembro de 2009, a saca de 30 kg de milho pipoca era comercializada a um preço comum de R\$ 52,00 e a saca de milho pipoca importado, de 22,6 kg a R\$ 44,71. Comparativamente, a saca de milho comum (60 kg) era comercializada a R\$ 20,00. Nos E.U.A. o comércio dos grãos movimenta cerca de meio bilhão de dólares, anualmente.

O melhoramento do milho pipoca comparado com o milho comum no Brasil ainda é muito incipiente, haja vista que para a safra de 2007/08, estão disponibilizadas para comercialização, 278 cultivares de milho sendo que destas, apenas sete são de milho-pipoca. Isto demonstra o longo caminho ainda a ser percorrido no melhoramento desta cultura. Segundo Sawazaki (1995), o pouco progresso no seu melhoramento no país, é conseqüência do limitado número de instituições e melhoristas envolvidos.

Para o pequeno e médio produtor, o cultivo do milho pipoca pode se tornar uma alternativa viável para o incremento da receita familiar. Para isso é necessário que algumas particularidades da cultura sejam atendidas, como por exemplo, a adoção de variedades recomendadas e tratos culturais adequados, como a escolha correta do herbicida para o controle eficiente das plantas daninhas (Moreira, 2007).

As plantas daninhas podem causar perdas na produtividade, variando de 10 a mais de 80% em função da espécie competidora, do grau de infestação, do período de convivência, bem como do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas durante a convivência (Silva, 2002). Neste caso, o controle de plantas daninhas é uma necessidade de ordem econômica em que, o método químico vem sendo o mais viável em grandes áreas.

Na cultura do milho pipoca, as medidas adotadas se restringem, na maioria dos casos, ao uso de herbicidas associados a outros métodos de controle (Sawazaki, 2001). Ademais, o controle químico de plantas daninhas tem se destacado pela eficiência, pela rapidez e pelo baixo custo. Entretanto, a eficácia dos herbicidas é variável entre si e dependente das condições ambientais, da época de aplicação e da espécie daninha a ser controlada (Merotto Jr. *et al.*, 1997). O uso de herbicidas aumenta a eficácia do programa de manejo de plantas daninhas, tornando-o mais rápido e econômico, permitindo que o produtor empregue a mão-de-obra disponível na propriedade em outras atividades. Devido à falta de informação sobre herbicidas seletivos para a cultura do milho pipoca, muitos agricultores podem utilizar indevidamente alguns produtos registrados para milho, mas que não sejam seletivos a algumas variedades de milho-pipoca.

A base para o sucesso do controle químico das plantas daninhas na produção agrícola é a seletividade dos herbicidas e pode ser definida como a medida na resposta diferencial das espécies de plantas à aplicação de uma determinada molécula (Oliveira Júnior, 2001). O metabolismo diferencial de herbicidas em plantas destaca-se como um dos mais importantes fatores de seletividade relacionados às características direta ou indiretamente das plantas (Cole, 1994). A adição de adjuvantes, nutrientes, inseticidas ou outros herbicidas à calda, contendo herbicida, pode modificar a capacidade da planta em tolerá-lo ou não, tendo por consequência a perda da seletividade ou da eficácia no controle das plantas daninhas (Gassen, 2002).

A pouca disponibilidade de informações técnicas específicas pode levar produtores de milho pipoca a utilizarem práticas de manejo de plantas daninhas recomendadas para milho comum. Todavia, essas práticas nem sempre são apropriadas para a cultura, uma vez que a tolerância e a capacidade competitiva das

plantas de milho pipoca podem ser diferentes das de milho comum (Jakelaitis *et al.*, 2005).

Sabe-se que, sobretudo no Brasil, as informações fitotécnicas sobre a cultura do milho pipoca são escassas. Grande parte dos trabalhos de pesquisa está relacionada ao melhoramento de plantas ou à qualidade do grão e, conseqüentemente da pipoca. Porém, não há como recomendar cultivar sem informações adequadas do manejo da cultura. Tem-se, pois, que é de suma importância a avaliação da seletividade dos herbicidas em pós-emergência mais utilizados na cultura do milho comum como: mesotrione, nicosulfuron, atrazine + S-metolachlor e tembotrione aos genótipos de milho pipoca comerciais e em fase de recomendação, a fim de oferecer aos produtores rurais informações seguras para o uso correto desses herbicidas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a seletividade e a eficiência do manejo de plantas daninhas na cultura do milho pipoca com a utilização de herbicidas em pós-emergência.

2.1 Objetivos Específicos

- i) Avaliar a fitotoxidez de herbicidas pós-emergentes e o controle de plantas daninhas, na cultura do milho pipoca;
- ii) Mensurar o comportamento dos diferentes genótipos de milho pipoca aos diferentes manejos utilizados;
- iii) Investigar qual o manejo mais eficiente e qual o genótipo mais promissor para a região Norte Fluminense; e
- iv) Quantificar e identificar as plantas daninhas presentes na área por meio da avaliação fitossociológica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cultura do Milho Pipoca (*Zea mays* L.)

O milho pipoca pertence à espécie *Zea mays* L., à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae. Quando comparado ao milho comum, apresenta em geral grãos menores, maior prolificidade, menor vigor e maior suscetibilidade a pragas e doenças. Todavia, a capacidade de se expandir é a principal diferença entre os tipos pipoca e comum. Assim como os demais tipos de milho, é uma planta herbácea, anual e monóica (Linares, 1987; Larish e Brewbaker, 1999).

Segundo Galinat (1977), das várias hipóteses aventadas quanto à origem genética do milho pipoca três são relevantes: a) o teosinte atual é o ancestral silvestre do milho; b) um teosinte primitivo é o ancestral silvestre, tanto do milho comum quanto do teosinte atual; e c) uma forma extinta de milho tunicado foi o ancestral do milho, sendo o teosinte uma forma mutante do tipo tunicado.

O valor do milho pipoca como cultura depende muito de sua qualidade, que é determinada pela capacidade de expansão (CE) e maciez, que são altamente correlacionadas (Lira, 1983). Quanto ao formato, tamanho e à cor do grão, o milho pipoca apresenta alta variabilidade. Os tipos de maior aceitação comercial são os de grãos redondos, tipo pérola, e com endosperma alaranjado (Ziegler e Ashman, 1994). Segundo Zinsly e Machado (1978), o milho pipoca apresenta, em termos de comercialização, uma classificação de mercado do seguinte tipo: pipoca americana

extra, pipoca americana especial, pipoca amarela extra e pipoca amarela especial. Essa classificação orienta o comércio das principais variedades de milho pipoca, já que existem outras variedades de aceitação local ou regional que são também comercializadas.

A comercialização dos grãos é feita por peso, e uma proporção do produto final é vendida pelo volume (pipoca). Por isso, a capacidade de expansão (CE) da pipoca, é um dos fatores mais importantes, quando se faz referência à sua qualidade. Pela norma de identidade e qualidade de milho pipoca, do Ministério da Agricultura e Abastecimento, uma variedade comercial de milho pipoca deve apresentar um valor de capacidade de expansão no mínimo de 15 mL g^{-1} , pois, abaixo deste índice, a pipoca torna-se muito rígida e com muitos grãos sem estourar (Pacheco *et al.*, 1996). Atualmente, há concordância entre melhoristas de milho pipoca de que o valor mínimo de CE, para lançamento, é de 30 mL g^{-1} (Matta e Viana, 2001; Sawazaki, 2001).

No passado recente, a cultura do milho pipoca era considerada modesta e para atender ao consumo nacional, era necessária a importação de grãos, sobretudo dos Estados Unidos da América e da Argentina (Galvão *et al.*, 2000). Entretanto, mudanças no mercado foram ocorrendo. De acordo com empresas empacotadoras de milho pipoca, com o uso em larga escala de híbridos nacionais e Norte-Americanos, a importação de grãos teve uma grande redução.

No entanto, o acesso às cultivares melhoradas e às tecnologias de produção tem sido limitado pelo domínio das grandes empresas que são detentoras das cultivares e que comercializam os grãos. De acordo com empresas empacotadoras, estimou-se que entre 1995 e 2000, o consumo nacional de milho pipoca estava em torno de 80 mil toneladas, sendo que 75% desse mercado correspondiam ao milho pipoca importado, principalmente da Argentina.

É certo que houve grande progresso em diversas áreas do conhecimento para a cultura do milho pipoca. Contudo, no Brasil, ainda há necessidade de intensos estudos sobre a mesma, principalmente relacionado ao melhoramento e aos aspectos fitotécnicos.

3.2. Plantas Daninhas

Planta daninha pode ser definida como toda planta cujas vantagens não têm sido ainda descobertas ou como planta que interfere negativamente com os objetivos do homem (Fisher, 1973). Ashton e Mônaco (1991) definem planta daninha como sendo a planta que cresce onde não é desejada.

As plantas daninhas constituem-se em um problema sério para a agricultura, pois desenvolvem-se em condições semelhantes às das plantas cultivadas. Se as condições edafoclimáticas são propícias à lavoura, são também para as espécies daninhas. Todavia, se as condições ambientais são antagônicas às espécies cultivadas, as invasoras, por apresentarem elevado grau de adaptação, podem aí sobreviver e perpetuar com maior facilidade. Elas podem germinar, crescer, desenvolver e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como em condições de estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propícias, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade (EMBRAPA - Milho e Sorgo, 2006).

É importante lembrar que os efeitos negativos causados pela presença das plantas daninhas não devem ser atribuídos exclusivamente à competição, mas sim a uma resultante total de pressões ambientais, que podem ser diretas (competição, alelopatia, interferência na colheita e outras) e indiretas (hospedar insetos, doenças e outras). Esse efeito total denomina-se interferência. O grau de interferência imposto pelas plantas daninhas à cultura do milho é determinado pela composição florística (pelas espécies que ocorrem na área e pela distribuição espacial da comunidade infestante) e pelo período de convivência entre as plantas daninhas e a cultura. A competição por nutrientes essenciais é de grande importância, pois estes, na maioria das vezes, são limitados. Mesmo o milho sendo eficiente na absorção, não consegue acumular nutrientes como as plantas daninhas o fazem em seus tecidos. Em condições de competição o nitrogênio seria o nutriente de maior limitação entre milho e planta daninha. (Karam *et al.*, 2007).

Além de reduzirem a produção das lavouras e aumentarem os custos de produção, as plantas daninhas podem causar danos de ordem social, afetando a saúde, a população, as áreas de recreação e a manutenção de áreas não cultivadas.

Além desses aspectos, as plantas daninhas podem afetar a eficiência da terra, dificultar o controle de pragas e doenças, o manejo da água na irrigação e a eficiência humana (Ashton e Mônaco, 1991). Karam e Melhorança (2007) relataram que os processos da interferência das plantas daninhas nas plantas de milho causam uma série de problemas no desenvolvimento, no processo produtivo, na qualidade dos grãos e na operacionalização da colheita.

No manejo de plantas daninhas, principalmente nas fases em que a interação entre a cultura e a comunidade infestante ainda não atingiram o final do período total de prevenção à interferência, são necessárias estratégias de controle e técnicas culturais adequadas (Moreira, 2007).

3.3. Métodos de Controle de Plantas Daninhas

Os métodos de controle de plantas daninhas são práticas de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos em qualquer exploração agrícola e a maioria deles são tão antigos quanto a própria agricultura.

3.3.1. Controle Preventivo

O controle preventivo engloba todas as medidas capazes de prevenir a introdução e a disseminação de plantas daninhas na lavoura. A introdução de novas espécies, geralmente ocorre por meio de lotes contaminados de sementes, máquinas agrícolas e animais. De acordo com Gazziero *et al.* (1998), a utilização de sementes de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, limpeza de máquinas e implementos, cercas, estradas, terraços, pátios, fontes de água e canais de irrigação, são medidas importantes para evitar a disseminação de sementes e de outras estruturas de reprodução.

3.3.2. Controle Cultural

O controle cultural consiste em utilizar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o crescimento da cultura, tendendo a diminuir os danos causados pelas plantas daninhas, visando a aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas. Menor espaçamento entre linhas, maior densidade de plantio, época adequada de plantio, uso de variedades adaptadas às regiões, uso de cobertura morta, realização de adubações adequadas, aplicação de irrigação bem manejada, rotação de culturas, são técnicas que permitem a cultura tornar-se mais competitiva com as plantas daninhas (Silva e Silva, 2007).

3.3.3. Controle Mecânico

3.3.3.1. Capina Manual

A capina manual ainda é muito utilizada pelos agricultores de subsistência, embora, essa operação seja recomendável para áreas pequenas. A demanda de mão-de-obra é grande, abrangendo em torno de 16 a 20 homens por hectare para o milho, requerendo um grande contingente de operários em áreas maiores, o que nem sempre se encontra disponível. Como a capina manual é uma operação demorada, deve ser iniciada tão logo as plantas daninhas apareçam (EMBRAPA - Milho e Sorgo, 2006).

Normalmente de duas a três capinas com enxada são realizadas durante os primeiros 40 a 50 dias após a semeadura, pois a partir daí o sombreamento do milho contribuirá para a redução das condições favoráveis para a germinação e desenvolvimento das plantas daninhas. A capina manual deve ser realizada, preferencialmente, em dias quentes e secos e com o solo com pouca umidade. Cuidados devem ser tomados para evitar danos às plantas de milho pipoca, principalmente às raízes (Moreira, 2007).

3.3.3.2. Capina Mecânica

Mesmo apresentando um rendimento bem superior a capina manual, o controle mecânico deve ser evitado, pois a maior movimentação da camada superficial do solo contribui acentuadamente para a ocorrência de erosão. Em muitas situações torna-se necessário proceder ao repasse manual (EMBRAPA - Milho e Sorgo, 2006).

O cultivo mecânico deve ser realizado superficialmente em dias quentes e secos, com o solo com pouca umidade, aprofundando-se as enxadas o suficiente para o arranquio ou corte das plantas daninhas. Quando as plantas de milho encontrarem-se de quatro a seis folhas deve-se utilizar enxadas do tipo asa de andorinha para evitar danos no sistema radicular do milho, pois o mesmo encontra-se superficial. A capina mecânica usando-se cultivadores tracionados por animais ou tratores é um sistema muito utilizado no Brasil. As capinas devem ser realizadas nos primeiros 40 a 50 dias após a semeadura da cultura. Neste período os danos ocasionados à cultura são minimizados comparados com os possíveis danos (quebra e arranquio das plantas de milho) em capinas realizadas tardiamente. A produtividade deste método é de aproximadamente 0,5 a 1,0 dia homem⁻¹ ha⁻¹ por tração animal e de 1,5 a 2,0 horas ha⁻¹ se tratorizada (Silva *et al.*, 1987).

3.3.4. Controle Químico

O controle químico consiste na utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas, sendo necessário o registro dos produtos no Ministério da Agricultura. Em algumas situações as Secretarias Estaduais de Agricultura podem proibir o uso de determinado(s) produto(s). Ao se pensar em controle químico em milho pipoca, algumas considerações devem ser feitas, como a seletividade do herbicida para a cultura, a eficiência no controle das principais espécies na área cultivada e o efeito residual dos herbicidas para as culturas que serão implantadas em sucessão ao milho pipoca.

O uso de herbicidas, por ser uma operação de elevado custo inicial, é indicado para lavouras médias e grandes, e com alto nível tecnológico onde a

expectativa é de uma produtividade acima de 4.000 kg ha⁻¹. Embora seja, ultimamente, o método de controle com maior nível de crescimento, o controle químico, se utilizado indiscriminadamente, pode vir a causar problemas de contaminação ambiental. Cuidados adicionais devem ser adotados com o descarte de embalagens, armazenamento, manuseio e aplicação dos herbicidas (EMBRAPA - Milho e Sorgo, 2006).

Atualmente, o controle químico de plantas daninhas é uma necessidade em razão da escassez e do elevado custo da mão-de-obra, além de permitir a execução dessa operação agrícola em tempo oportuno e de forma eficiente (López-Ovejero *et al.*, 2003).

3.4. Seletividade

A seletividade é um fator relativo e particularmente característico para uma complexa interação entre a planta, o herbicida e o ambiente no qual a planta se desenvolve, estando relacionada à tolerância diferencial. Por tratamento seletivo entende-se aquele que controla plantas daninhas sem afetar aquelas que são de interesse. É considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação. A seletividade é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola (Oliveira Jr., 2001).

Entre os fatores que determinam a seletividade encontram-se os relacionados às características do herbicida, ou ao método de aplicação como dosagem, formulação, localização espacial ou temporal do herbicida em relação à planta, bem como fatores relacionados às características das plantas como seletividade associada à retenção e à adsorção diferencial (idade das plantas, cultivar, tamanho da semente ou estrutura de propagação vegetativa); seletividade associada à translocação diferencial e seletividade associada ao metabolismo diferencial (detoxificação), além dos antídotos (Oliveira Jr., 2001).

Embora a seletividade a herbicidas possa estar associada à absorção, translocação ou ao metabolismo do produto, esses mecanismos às vezes não

esclarecem, de forma adequada, diferenças de respostas observadas entre as espécies (Liebl e Norman, 1991).

Na década de 60, Hoffman (1962) introduziu a concepção do aumento da seletividade de plantas a herbicidas por meio do uso de substâncias químicas, chamadas de antídotos ou “safeners”, que podem ser utilizadas na forma de tratamento da semente ou em mistura com o herbicida, na calda de pulverização. Entretanto, na aplicação em mistura com o herbicida, deve-se tomar o cuidado para que não haja o favorecimento da planta daninha em detrimento dessa proteção (Hess e Weller, 2000). Devido à sua habilidade em aumentar a seletividade da cultura, os antídotos têm distintos potenciais de uso, que incluem a proteção das culturas contra os danos causados por resíduos de herbicidas e o uso de herbicidas sob condições adversas, situação em que é provável ocorrer dano à cultura (Davies e Caseley, 1999).

Antídotos protegem algumas culturas da família poaceae do dano por herbicida pela redução na habilidade das moléculas do produto em atingirem e ligarem-se ao local de ação na planta. A tolerância do milho aos herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias pode ser aumentada com o uso do antídoto AN (1,8 anidrido aftálico). Teoricamente, o aumento da tolerância ao uso de antídotos pode ser conseguido por estímulo do metabolismo do herbicida em enzimas-alvo, redução na absorção e translocação do herbicida ou metabolização do herbicida a compostos menos tóxicos (Davies e Caseley, 1999).

A evolução no conhecimento do mecanismo de ação dos antídotos e a associação de sua ação com processos de detoxificação de herbicidas fazem com que seja esperada a ocorrência de ação protetora para uma gama maior de herbicidas, como clomazone, diclofop, sulfentrazone e isoxaflutole, eficientes no controle de gramíneas (Rizzardi e Serafini, 2001).

Para Christoffoleti e Mendonça (2001), os programas de manejo de plantas daninhas na cultura de milho que utilizam herbicidas em pós-emergência têm alguns questionamentos importantes, sendo o primeiro relativo à seletividade e época de aplicação ao estágio fenológico da cultura, pois, se o momento de aplicação for inadequado, a produção da cultura pode ser reduzida pela injúria causada pelo herbicida na cultura; e o segundo refere-se ao estágio de desenvolvimento da planta

daninha, o qual deve ser aplicado com as plantas daninhas em estágio de maior suscetibilidade aos herbicidas.

Até 1995 só existiam herbicidas recomendados em pré-plantio incorporado e de pré-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura do milho, limitando de certa forma a adoção do plantio direto pelo agricultor (Silva e Melhorança, 1991; Franco, 2003). Para a solução desse problema surgiu a necessidade do desenvolvimento de novos herbicidas recomendados em pós-emergência, sendo que, com a entrada das sulfoniluréias no mercado brasileiro, foi facilitado o controle de plantas daninhas na cultura, especialmente as da família das poáceas (Franco, 2003).

3.5. Características dos Herbicidas

Na cultura do milho-pipoca, as medidas adotadas se restringem, na maioria dos casos, ao uso de herbicidas associados a outros métodos de controle (Kawazaki, 2001). Ademais, o controle químico de plantas daninhas tem se destacado pela eficiência, pela rapidez e pelo baixo custo; entretanto, a eficácia dos herbicidas é variável entre si e dependente das condições ambientais, da época de aplicação e da espécie daninha a ser controlada (Merotto Jr. *et al.*, 1997).

3.5.1. Herbicida mesotrione

O Herbicida mesotrione [2-(4-mesy-2-nitrobenzoyl)cyclohexane-1,3-dione], pertencente ao grupo químico das tricetonas, sendo classificado como herbicida seletivo com aplicação em pós-emergência, para o controle de plantas dicotiledôneas anuais e poáceas na cultura do milho (Johnson *et al.*, 2002). Este herbicida foi obtido por meio do isolamento de um aleloquímico, que são compostos químicos secretados pela planta da espécie *Callistemon citrinus*. Estes compostos podem ser encontrados nas raízes, caules, folhas e sementes dessa planta em quantidades variáveis (Syngenta, 2007).

O mecanismo de ação do herbicida mesotrione consiste na inibição da biossíntese de carotenóides por intermédio da interferência na atividade da enzima

4-hidroxifenilpiruvato-dioxigenase (4-HPPD) nos cloroplastos. Os sintomas de intoxicação observados envolvem o branqueamento das plantas sensíveis com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de uma a duas semanas (Lee, 1997; Wichert *et al.*, 1999). O milho é tolerante ao mesotrione devido à sua capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida, produzindo metabólitos sem atividade tóxica. A absorção do herbicida ocorre tanto nas raízes quanto nas folhas e ramos (MAPA, 2007; Syngenta, 2007).

A atividade residual no solo do mesotrione permanece por um período em torno de 120 dias sendo degradado antes do plantio da próxima cultura (Rouchaud *et al.*, 2000).

3.5.2. Herbicida atrazine

O herbicida atrazine (6-chloro-N2-ethyl-N4-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine) vem sendo empregado na agricultura há mais de 45 anos. Pela sua efetividade, ação prolongada e amplo espectro é recomendado para controlar as plantas daninhas dicotiledôneas e poáceas anuais nas plantações de milho, sorgo e cana-de-açúcar. Atualmente, o atrazine continua sendo um dos herbicidas mais utilizados nos países produtores de milho, como Argentina, Estados Unidos da América e Brasil (Silva, 2002).

As moléculas herbicidas do grupo das triazinas agem inibindo o fotossistema II (FS_{II}) ligando-se à proteína D1, no sítio onde se acopla a plastoquinona "Qb". A molécula do herbicida compete com a plastoquinona "Qb", parcialmente reduzida (QbH) pelo sítio na proteína D1, ocasionando sua saída e interrompendo o fluxo de elétrons entre os fotossistemas II e I (Vargas, 2003).

O atrazine controla espécies daninhas dicotiledôneas e algumas poáceas anuais, podendo ser aplicado em pré e pós-emergência das plantas daninhas (Rodrigues e Almeida, 2005). A seletividade do milho é dada pela hidroxilação enzimática do atrazine a hidroxitriazinas, por ação de benzoxazinonas (Silva, 2002).

3.5.3. Herbicida nicosulfuron

O nicosulfuron 2-({[(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)carbamoil]amino}sulfonyl)-N,N-dimethylpyridine-3-carboxamide) é um herbicida sistêmico e seletivo para o milho, pertencente ao grupo das sulfoniluréias, sendo recomendado para aplicação em pós-emergência inicial para controlar poáceas anuais e algumas perenes, bem como certas daninhas dicotiledôneas. O princípio ativo apresenta solubilidade em água de 360 ppm a 25 °C, KOC médio de 30 mL g⁻¹ e meia vida curta, de apenas 21 dias (Rodrigues e Almeida, 2005).

O mecanismo de ação do nicosulfuron é baseado na inibição da Acetolactato Sintase (ALS), enzima essencial na biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina), sendo também um potente inibidor de divisão celular. Plantas susceptíveis a este herbicida tem seu crescimento inibido em poucas horas após a aplicação, mas os sintomas de injúrias surgem de uma a duas semanas após a aplicação. Os sintomas aparecem inicialmente nas folhas novas e caracterizam-se por manchas estriadas de clorose com um ligeiro enrugamento nas bordas das mesmas, seguindo-se de uma clorose e necrose foliar generalizada. (Carey *et al.*, 1997).

A seletividade dos herbicidas sulfoniluréias para as culturas baseia-se nas diferentes taxas de metabolização dos mesmos pelas plantas (Sweetser *et al.*, 1982; Obrigawitch *et al.* 1990; Carey *et al.*, 1997) e nas velocidades de absorção e translocação nos vegetais. Espécies tolerantes metabolizam rapidamente estes herbicidas, transformando-os em compostos não fitotóxicos pela ação do citocromo P₄₅₀ monoxigenase, em reações de hidroxilação e glioxilação (Fonne-Pfister *et al.*, 1990). Plantas de milho metabolizam 90% do nicosulfuron absorvido pelas folhas, enquanto que plantas de Sorghum halepense não metabolizaram o herbicida (Obrigawitch *et al.*, 1990).

Híbridos de milho considerados tolerantes ao nicosulfuron podem apresentar sensibilidade diferencial, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, do ambiente e da dosagem utilizada (Morton e Harvey, 1992; Siegelin, 1993; Gubbiga *et al.*, 1995).

3.5.4. Herbicida atrazine + S-metolachlor

Atrazine (6-chloro-N2-ethyl-N4-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine) e S-metolachlor [mistura de 0-100% de (aRS,1S)-2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acet-o-toluidide e 20-0% de (aRS,1R)-2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acet-o-toluidide)] compõem um herbicida de ação não sistêmica, do grupo químico da triazina + cloroacetanilida, seletivo, indicado para o controle pré-emergente e pós-emergente-precoce de plantas infestantes, na cultura de milho. É indicado nos cultivos de híbridos duplos comerciais e variedades, nos sistemas de plantio convencional e plantio direto, na cultura de verão e no cultivo da entressafra conhecido como cultura de safrinha. Contendo dois ingredientes ativos em sua formulação, o s-metolachlor e a atrazine, caracteriza-se pelo seu amplo espectro de controle das plantas infestantes, as espécies anuais, gramíneas e folhas largas, e com forte ação sobre a trapoeraba (Syngenta, 2006).

3.5.5. Herbicida tembotrione

Tembotrione {2-[2-chloro-4-(methylsulfonyl)-3-((2,2,2-trifluoroethoxy) methyl)-benzoyl]-1,3-ciclohexanedione} é uma nova molécula do grupo das tricetonas, utilizadas para o controle de poáceas e magnoliopsidas na cultura do milho. São inibidores da molécula 4-hidroxifenilpiruvato-dioxigenase (4-HPPD) nos cloroplastos, conseqüentemente impedindo a formação de carotenóides. A molécula apresenta translocação via apoplástica e é facilmente absorvida pelos tecidos meristemáticos de folhas e raízes, se acumulando nos cloroplastos (Constantin, 2006).

Constantin (2006) estudando dosagens de tembotriona isolada e em mistura com outros herbicidas constatou que com relação à fitotoxidez dos herbicidas sobre o milho, somente aos seis dias após aplicação ocorreram sintomas de toxicidade, sendo que apenas a menor dosagem de tembotriona isolada ($100,8 \text{ L ha}^{-1}$) não causou sintomas visíveis de injúrias. O tembotrione, nas duas dosagens em mistura com atrazine ($75,6 + 1000 \text{ L ha}^{-1}$; e $100,8 + 1000 \text{ L ha}^{-1}$) e isolado na maior dosagem (126 L ha^{-1}), causou apenas uma leve clorose. A partir dos dezessete dias após a

aplicação o milho recuperou, em todos os tratamentos, não ocorrendo mais qualquer sintoma de fitointoxicação.

3.6. Avaliação Fitossociológica das Plantas Daninhas

A fitossociologia como ciência refere-se ao estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural (Braun-Blanquet, 1979). Essas comunidades podem diferenciar-se, dependendo das interações das espécies com o meio abiótico (Martins e Santos, 1999).

As comunidades infestantes podem variar em função das espécies, da densidade destas espécies e de sua distribuição em uma lavoura. Assim, o grau de interferência das infestantes com a cultura está na dependência do ambiente (solo, clima, manejo) e do período de convivência (época e duração) (Ramos, 2005).

Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas em um determinado momento da comunidade infestante. Repetições programadas dos estudos fitossociológicos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações e, estas variações, podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas (Pitelli, 2000). A evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de utilização do sistema. Dependendo da intensidade, essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade com a cultura (Ghersa *et al.*, 2000).

De acordo com Oliveira e Freitas (2008) a composição florística das espécies e a estrutura da vegetação são características qualitativas e quantitativas da comunidade vegetal. No caso das características quantitativas, usualmente busca-se descrever a estrutura por meio de descritores como o número de indivíduos e a densidade por unidade de área amostrada por espécie encontrada. Quanto às características qualitativas, os resultados dos levantamentos podem ser apresentados por meio da relação das espécies ocorrentes na área estudada (Causton, 1988).

Segundo Erasmo *et al.* (2004), a aplicação de um método fitossociológico ou quantitativo em um determinado local e tempo permite fazer uma avaliação momentânea da composição da vegetação, obtendo dados de frequência,

densidade, abundância, índice de importância relativa e coeficiente de similaridade das espécies ocorrentes naquela formação. Assim, o método fitossociológico é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências sobre a comunidade em questão.

A primeira etapa de um manejo adequado de plantas daninhas em uma área envolve levantamento, identificando as espécies presentes, aquelas que têm maior importância, levando-se em consideração as variáveis de frequência, densidade e dominância. Desta forma, quando uma lista completa das espécies vegetais de uma área é obtida, cada uma pode ser graduada por algum coeficiente quantitativo a fim de indicar a importância de cada uma em relação às demais. Após esta fase podem-se tomar decisões quanto ao melhor manejo a ser adotado (Oliveira e Freitas, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Genótipos e Manejos

O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da UENF, no período de outubro de 2008 a fevereiro de 2009, no delineamento em blocos casualizados com três repetições no esquema fatorial. Foram utilizados cinco genótipos (BRS Angela, IAC-112, IAC-125, UNB-2U C4 e Zélia) e seis manejos de plantas daninhas [capinado; sem capina; mesotrione + atrazine ($192 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); tembotrione + atrazine ($120 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); nicosulfuron + atrazine ($60 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); Atrazine + S-metolachlor ($1665 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1305 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$)]. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, com estande de 50.000 plantas ha^{-1} . Como áreas úteis foram consideradas as duas linhas centrais, desprezando 0,5 m das extremidades de cada linha.

As aplicações dos herbicidas foram realizadas quando as plantas de milho pipoca estavam no estágio de quatro folhas, utilizando um pulverizador costal, pressurizado a CO_2 , com pressão constante de $3,0 \text{ kgf cm}^{-2}$, e equipado com um bico "Teejet" DG 80.02, o qual, foi calibrado para aplicar o equivalente a 237 L ha^{-1} de calda. As plantas foram irrigadas utilizando-se aspersores, de modo que o teor de umidade foi mantido próximo à capacidade de campo.

4.2. Características Avaliadas

As seguintes características foram avaliadas: a) altura média das plantas, em cm (AP); b) altura média de inserção da primeira espiga, em cm (AE); c) número médio de plantas acamadas (NPA); d) número médio de plantas quebradas (NPQ); e) estande final (NP); f) número médio de espigas (NE); g) rendimento de grãos em kg ha^{-1} (RG); h) peso médio de espigas com grãos em Kg ha^{-1} (PE); i) número médio de espigas doentes (ND); j) número médio de espigas mal empalhadas (EME); l) peso médio de 100 grãos, em g (P100); m) capacidade de expansão dos grãos (CE); n) fitotoxidez; o) controle de plantas daninhas. Além disso, foi feita a avaliação fitossociológica das plantas daninhas na área.

A altura média da planta (AP) foi quantificada em cm, após o pendoamento, do nível do solo à inserção da folha bandeira. Já a altura média da espiga (AE) foi obtida pela quantificação da distância, em cm, do nível do solo à base de inserção da espiga superior, conforme descrito por Brunson (1937), Verma e Singh (1979) e Lira (1983).

O número médio de plantas acamadas (NPA) foi obtido pela contagem de plantas que apresentavam um ângulo de inclinação superior a 45° em relação à vertical, na ocasião da colheita. O número médio de plantas quebradas (NPQ) foi obtido pela contagem de plantas que apresentavam o colmo quebrado abaixo da espiga superior em cada parcela, na ocasião da colheita.

O estande final (NP) foi obtido pelo número de plantas na parcela, na ocasião da colheita. O número médio de espigas (NE) foi obtido pela contagem do número de espigas colhido em cada parcela. O rendimento de grãos (RG) foi determinado por meio da pesagem dos grãos após a eliminação do sabugo sendo expresso em Kg ha^{-1} .

O peso médio de espigas com grãos (PE) foi obtido por pesagem das espigas despalhadas, após a colheita, em Kg ha^{-1} . O número médio de espigas doentes (ND) foi obtido pela contagem de espigas doentes em cada parcela, na ocasião da colheita.

O número médio de espigas mal empalhadas (EME) foi obtido pela contagem das espigas que apresentavam a ponta não coberta por palha, em cada parcela, na ocasião da colheita.

Quanto ao peso médio de 100 grãos (P100), foram pesados, em balança com duas casas decimais, 100 grãos tomados aleatoriamente de plantas distintas de cada parcela (Lira, 1983). A capacidade de expansão foi determinada em laboratório, de acordo com o método recomendado por Andrade *et al.* (2002) e Pacheco *et al.* (1998), utilizando-se de pipoqueira elétrica adquirida da EMBRAPA - Instrumentação Agropecuária. Foi avaliada pela relação mL g⁻¹, ou seja, volume de pipoca em uma proveta de 2000 mL em relação à massa de 30 g de grãos submetidos ao pipocamento, com duas repetições para cada parcela, empregando-se temperatura de 270 °C com tempo de pipocamento de 2,5 minutos.

A fitotoxidez foi avaliada aos dois, quatro, seis, 12, 18, 24 e 30 dias após a aplicação (DAA), atribuindo notas de zero (0%) (ausência de fitotoxidade) até 100 (100%) (morte das plantas) de acordo com o proposto por Frans (1972). O controle de plantas daninhas foi determinado aos dois, quatro, seis, 12, 18, 24 e 30 (DAA), atribuindo notas de zero (0%) (ausência de controle) até cem (100%) (controle total).

4.3. Avaliação Fitossociológica das Plantas Daninhas

Na avaliação fitossociológica, para identificação e quantificação da comunidade de espécies infestantes, foi utilizado como unidade amostral um quadro vazio demarcado por 0,5 m x 0,5 m em cada uma das amostras com a finalidade de se determinar a composição florística da área.

As espécies presentes em cada quadro foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório para contagem e identificação por meio de literatura especializada e por intermédio de comparações com material de herbário. Após a identificação, as plantas foram levadas para secagem em estufa à temperatura de 70 °C, por 72 horas, para determinação da matéria seca.

Foram avaliadas a densidade absoluta (Da), a densidade relativa (Dr), a frequência absoluta (Fa), a frequência relativa (Fr), a dominância absoluta (DoA), a

dominância relativa (DoR), e o índice de valor de importância (IVI), utilizando-se, para tanto, os seguintes estimadores (Curtis e McIntosh, 1950; Müller-Dombois e Ellenberg, 1974):

4.3.1. Densidade Absoluta

$$Da = \frac{n}{a},$$

em que:

Da = densidade absoluta;

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área;

a = área (m²).

4.3.2. Densidade Relativa

$$DR = \frac{n/a}{N/a} \cdot 100,$$

em que:

DR = densidade relativa;

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área;

a = área (m²);

N = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies do levantamento.

4.3.3. Frequência Absoluta

$$Fa = \frac{\text{n}^\circ \text{ de amostras com ocorrência da espécie}}{\text{n}^\circ \text{ total de amostras}} \cdot 100$$

4.3.4. Frequência Relativa

$$Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} \cdot 100$$

4.3.5. Dominância Absoluta

$$DoA = \frac{\sum g}{a},$$

em que:

$\sum g$ = somatório da matéria seca da espécie;

a = área (m²).

4.3.6. Dominância Relativa

$$DoR = \frac{g/a}{G/a} \cdot 100,$$

em que:

g = matéria seca da espécie;

a = área (m²);

G = matéria seca total da comunidade infestante.

4.3.7. Índice de Valor de Importância

$$IVI = DR + DoR + Fr$$

O IVI foi constituído pelo somatório da Densidade Relativa (DR), Frequência Relativa (Fr) e Dominância Relativa (DoR) de cada espécie botânica.

4.4. Delineamento e Análise Estatística

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com três repetições, no esquema fatorial, por meio dos modelos estatísticos: i) $Y_{ijk} = \mu + B_b + G_i + M_j + GM_{ij} + \xi_{ijk}$, em que: μ é a média; B_b é o efeito aleatório do b-ésimo bloco; G_i é o efeito do i-ésimo genótipo; M_j é o efeito do j-ésimo manejo; GM_{ij} é o efeito da interação entre genótipos versus manejos; e ξ_{ijk} é o erro experimental. Na avaliação das características fitotoxidez e eficiência dos manejos, utilizou-se o seguinte modelo estatístico: ii) $Y_{ijkl} = \mu + B_b + G_i + M_j + D_k + GM_{ij} + GD_{ik} + MD_{jk} + GMD_{ijk} + \xi_{ijkl}$, em que: μ é a média; B_b é o efeito aleatório do b-ésimo bloco; G_i é o efeito do i-ésimo

genótipo; M_j é o efeito do j-ésimo manejo; D_k é o efeito do k-ésimo dia; GM_{ij} é o efeito da interação entre genótipos versus manejos; GD_{ik} é o efeito da interação entre genótipos versus dias; MD_{jk} é o efeito da interação manejos versus dias; GMD_{ijk} é o efeito da interação entre genótipos versus dias versus manejos; e ξ_{ijkl} é o erro experimental.

A Tabela 1 ilustra o esquema da ANOVA individual com os respectivos graus de liberdade para as fontes de variação, considerados todos os efeitos como fixo, exceto blocos e erros.

Tabela 1 – Análise de variância, graus de liberdade e teste F para análise individual

FV	GL
Bloco (B)	(B – 1)
Genótipos (G)	(G – 1)
Manejo (M)	(M-1)
M x G	(M– 1)(G – 1)
Resíduo	Por diferença do total
Total	BGM -1

em que:

B = é o número de blocos;

G = é o número de genótipos;

M = manejos.

A Tabela 2 ilustra o esquema da ANOVA individual com os respectivos graus de liberdade para as fontes de variação, para as características fitotoxidez e eficiência dos manejos.

Tabela 2 – Análise de variância, graus de liberdade e teste F para análise individual

FV	GL
Bloco (B)	(B – 1)
Genótipos (G)	(G – 1)
Manejo (M)	(M-1)
Dias (D)	(D-1)
G x M	(G – 1)(M – 1)
G x D	(G – 1)(D – 1)
M x D	(M – 1)(D – 1)
G x M x D	(G – 1)(M – 1)(D-1)
Resíduo	Por diferença do total
Total	BGMD -1

em que:

B = é o número de blocos;

G = é o número de genótipos;

M = manejos;

D = dias.

Foi também utilizado o agrupamento por Scott-Knott (Steel e Torrie, 1980), em 5% de probabilidade de erro. O processamento foi realizado utilizando-se o programa GENES – Aplicativo Computacional em Genética e Estatística (Cruz, 2006).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa, para o número médio de espigas entre os genótipos e os manejos, indicando que os tratamentos não influenciaram nessa variável (Tabela 3). Já para número médio de espigas doentes, peso médio de espigas com grãos e rendimento de grãos houve diferença entre os genótipos, em que IAC-125 foi o que apresentou maior número médio de espigas doentes e o genótipo BRS Angela conteve maiores peso médio de espigas com grãos e rendimento de grãos (Tabela 4). Também não houve interação significativa entre genótipo e manejo, para as variáveis avaliadas. Ao se confrontar o manejo sem capina com o manejo de melhor controle de plantas daninhas, houve uma redução de 25% do rendimento de grãos para o genótipo BRS Angela, ou seja, uma redução de 700 kg de milho pipoca por hectare. Já para o genótipo IAC-112 houve uma redução de 42%, com uma perda de 900 kg por hectare. Para o genótipo IAC-125 a redução foi de 500 kg por hectare com perdas de 21%, enquanto que o genótipo UNB-2U C4 revelou uma redução de 13%, com 323 kg por hectare de redução. Já o genótipo Zélia teve 9% de redução com uma perda 200 kg por hectare. Apesar de estatisticamente não ter havido diferença significativa entre os manejos para rendimento de grãos, para um produtor que possua uma área de mil hectares, por exemplo, caso ele opte por fazer o plantio do genótipo IAC-112 sem nenhum controle de plantas daninhas, terá, no final da sua produção, uma perda de 900 toneladas. Segundo dados da CEAGESP (2009), a saca de 30 kg era comercializada a um preço comum de R\$ 52,00, então esse produtor teria

um prejuízo de 30.000 sacas ou R\$ 1.560.000,00. Daí a importância de um bom manejo das plantas daninhas.

Tabela 3 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para as características avaliadas em combinações de manejo versus genótipo

FV	GL	Quadrados Médios ^{1/}			
		NE	ND	PE (Kg ha ⁻¹)	RG (Kg ha ⁻¹)
Blocos	2	710,81	123,67	3924492,14	3354683,61
Genótipo	4	461,15 ^{ns}	366,62 ^{**}	3458637,46 ^{**}	1517184,44 ^{**}
Manejo	5	282,89 ^{ns}	56,037 ^{ns}	876511,38 ^{ns}	278585,77 ^{ns}
Genótipo x Manejo	20	120,09 ^{ns}	57,45 ^{ns}	353289,46 ^{ns}	225787,44 ^{ns}
Resíduo	50	137,07	44,74	465678,84	221102,78
Média		51,65	12,41	2845,24	2034,88
Cv _e (%)		22,66	53,89	23,98	23,10

^{1/} NE = Número médio de espigas; ND = Número médio de espigas Doentes; PE = Peso médio de espigas com grãos; RG = Rendimento de grãos. ^{ns} = Não significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e ^{**} = significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados inferiores das testemunhas revelam uma situação favorável aos manejos de controle de plantas daninhas na cultura do milho pipoca, cujos genótipos tendem a exibir menor índice de doenças, bem como de plantas quebradas e de espigas mal empalhadas.

Tabela 4 - Valores médios de número de espigas (NE); número de espigas doentes (NED); peso de espigas com grãos (PE); rendimento de grão (RG), resultante da interação entre os diferentes genótipos e manejos realizados

Tratamentos	Médias							
	NE		NED		PE (Kg ha ⁻¹)		RG (Kg ha ⁻¹)	
BRS Angela x Sem capina (Controle)	45,00	a	12,00	b	2886,66	a	1993,33	a
BRS Angela x Com capina (Controle)	63,33	a	11,66	b	3836,66	a	2598,33	a
BRS Angela x Herbicida tembotrione + atrazine	57,33	a	15,00	b	3506,66	a	2135,00	a
BRS Angela x Herbicida atrazine + S-metolachlor	59,33	a	9,00	b	3668,33	a	2563,33	a
BRS Angela x Herbicida mesotrione + atrazine	55,33	a	11,66	b	3238,33	a	2231,66	a
BRS Angela x Herbicida nicosulfuron + atrazine	64,00	a	8,33	b	3861,67	a	2693,33	a
IAC - 112 x Sem capina (Controle)	36,66	a	9,00	b	1685,00	a	1233,33	a
IAC - 112 x Com capina (Controle)	50,00	a	9,60	b	2686,66	a	1973,33	a
IAC - 112 x Herbicida tembotrione + atrazine	46,00	a	11,33	b	2321,66	a	1696,66	a
IAC - 112 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	42,33	a	8,33	b	2173,33	a	1593,33	a
IAC - 112 x Herbicida mesotrione + atrazine	38,00	a	9,66	b	1895,00	a	1368,33	a
IAC - 112 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	58,00	a	19,00	a	2891,66	a	2133,33	a
IAC - 125 x Sem capina (Controle)	49,00	a	11,33	b	2560,00	a	1830,00	a
IAC - 125 x Com capina (Controle)	68,00	a	27,66	a	3311,66	a	2330,00	a
IAC - 125 x Herbicida tembotrione + atrazine	64,00	a	14,00	b	3160,00	a	2248,33	a
IAC - 125 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	46,33	a	11,66	b	2566,66	a	1728,33	a
IAC - 125 x Herbicida mesotrione + atrazine	57,33	a	9,66	b	2878,33	a	2081,66	a
IAC - 125 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	48,66	a	13,00	b	2563,33	a	1818,33	a
UNB-2U C4 x Sem capina (Controle)	46,66	a	5,33	b	2816,66	a	2143,33	a
UNB-2U C4 x Com capina (Controle)	51,00	a	8,33	b	3050,00	a	2273,33	a
UNB-2U C4 x Herbicida tembotrione + atrazine	50,00	a	5,00	b	3279,00	a	2460,00	a
UNB-2U C4 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	47,66	a	8,00	b	2670,00	a	1971,66	a
UNB-2U C4 x Herbicida mesotrione + atrazine	38,66	a	4,00	b	2206,66	a	1628,33	a
UNB-2U C4 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	55,00	a	8,00	b	3285,00	a	2466,66	a
Zélia x Sem capina (Controle)	47,33	a	10,33	b	2743,33	a	2013,33	a
Zélia x Com capina (Controle)	54,33	a	16,00	a	2988,33	a	2075,00	a
Zélia x Herbicida tembotrione + atrazine	52,00	a	24,66	a	2481,66	a	1570,00	a
Zélia x Herbicida atrazine + S-metolachlor	58,33	a	18,66	a	3208,33	a	2213,33	a
Zélia x Herbicida mesotrione + atrazine	56,33	a	23,33	a	2733,33	a	1851,66	a
Zélia x Herbicida nicosulfuron + atrazine	43,66	a	18,66	a	2203,33	a	1425,00	a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo agrupamento de Scott-Knott em 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

Observa-se na Tabela 5 que os genótipos apresentaram comportamentos diferentes em relação às características peso médio de 100 grãos, número médio de plantas, e número médio de plantas quebradas, apenas a característica número médio de plantas acamadas não diferiu estatisticamente, porém não houve interação significativa entre genótipo e manejo, assim como, não houve diferença entre os manejos testados. O

genótipo que expressou maior peso médio de 100 grãos foi UNB-2U C4, e o que exibiu maior número médio de plantas quebradas foi Zélia (Tabela 6).

Tabela 5 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para as características avaliadas em combinações de manejo *versus* genótipo

FV	GL	Quadrados Médios ^{1/}			
		P100 (Kg ha ⁻¹)	NP	NPA	NPQ
Blocos	2	6,98	211,08	0,71	15,41
Genótipo	4	28,51 ^{**}	569,11 ^{**}	2,46 ^{ns}	44,24 ^{**}
Manejo	5	0,84 ^{ns}	7,62 ^{ns}	0,41 ^{ns}	8,19 ^{ns}
Genótipo x Manejo	20	0,89 ^{ns}	30,78 ^{ns}	1,19 ^{ns}	7,39 ^{ns}
Resíduo	50	0,87	27,49	1,14	9,43
Média		11,98	43,89	0,68	3,48
Cv _e (%)		7,78	11,95	157,53	88,31

^{1/} P 100 = Peso médio de cem grãos, NP = Número médio de plantas, NPA = Número médio de plantas acamadas, NPQ = Número médio de plantas quebradas. ^{ns} = Não significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e ^{**} = significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Coimbra (2000), um dos problemas enfrentados com freqüência em experimentos realizados a campo, é a ocorrência de falhas de plantas nas parcelas com conseqüente variação no estande. No presente trabalho, o número médio de plantas (NP) variou de 28 a 50 plantas por parcela. Pela análise de variância para a característica NP (Tabela 5), verificou-se a ocorrência de significância para a fonte de variação genótipo em 1% de probabilidade, pelo teste F. Observa-se na Tabela 6,

Tabela 6 - Valores médios de peso de 100 grãos (P100), número de plantas (NP), número de planta acamada (NPA), número de planta quebrada (NPQ), resultante da interação entre os diferentes genótipos e manejos realizados

Tratamentos	Médias							
	P100 (Kg ha ⁻¹)		NP		NPA		NPQ	
BRS Angela x Sem capina (Controle)	13,01	a	50,00	a	2,00	a	2,66	a
BRS Angela x Com capina (Controle)	12,94	a	48,00	a	0,33	a	1,33	a
BRS Angela x Herbicida tembotrione + atrazine	12,57	a	42,66	a	0,33	a	1,33	a
BRS Angela x Herbicida atrazine + S-metolachlor	12,25	a	50,00	a	0,33	a	0,33	a
BRS Angela x Herbicida mesotrione + atrazine	12,98	a	49,66	a	1,00	a	2,33	a
BRS Angela x Herbicida nicosulfuron + atrazine	13,59	a	48,00	a	0,33	a	1,00	a
IAC - 112 x Sem capina (Controle)	10,60	b	28,00	c	0,00	a	4,33	a
IAC - 112 x Com capina (Controle)	10,45	b	36,66	b	0,66	a	1,00	a
IAC - 112 x Herbicida tembotrione + atrazine	10,73	b	39,66	b	0,33	a	2,00	a
IAC - 112 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	10,42	b	29,66	c	0,33	a	2,66	a
IAC - 112 x Herbicida mesotrione + atrazine	9,75	b	34,66	b	0,66	a	2,66	a
IAC - 112 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	9,91	b	36,33	b	0,00	a	2,66	a
IAC - 125 x Sem capina (Controle)	12,31	a	41,00	a	0,33	a	3,33	a
IAC - 125 x Com capina (Controle)	10,92	b	43,33	a	0,00	a	4,33	a
IAC - 125 x Herbicida tembotrione + atrazine	12,00	a	46,66	a	0,66	a	3,33	a
IAC - 125 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	11,72	b	44,33	a	0,00	a	6,66	a
IAC - 125 x Herbicida mesotrione + atrazine	11,24	b	47,33	a	0,33	a	3,66	a
IAC - 125 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	10,85	b	41,66	a	0,66	a	8,33	a
UNB-2U C4 x Sem capina (Controle)	13,89	a	48,33	a	1,33	a	4,00	a
UNB-2U C4 x Com capina (Controle)	13,71	a	45,00	a	2,33	a	2,66	a
UNB-2U C4 x Herbicida tembotrione + atrazine	14,07	a	43,66	a	1,00	a	2,66	a
UNB-2U C4 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	13,52	a	49,00	a	0,33	a	3,00	a
UNB-2U C4 x Herbicida mesotrione + atrazine	12,57	a	45,33	a	0,33	a	2,66	a
UNB-2U C4 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	13,39	a	49,00	a	2,00	a	4,33	a
Zélia x Sem capina (Controle)	11,36	b	45,66	a	0,33	a	3,00	a
Zélia x Com capina (Controle)	11,29	b	48,00	a	0,66	a	3,00	a
Zélia x Herbicida tembotrione + atrazine	12,24	a	48,66	a	0,00	a	4,33	a
Zélia x Herbicida atrazine + S-metolachlor	11,24	b	44,66	a	1,66	a	6,33	a
Zélia x Herbicida mesotrione + atrazine	12,80	a	44,00	a	0,66	a	9,33	a
Zélia x Herbicida nicosulfuron + atrazine	11,04	b	47,66	a	1,33	a	5,00	a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo agrupamento de Scott-Knott em 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

que o genótipo que apresentou menor número médio de plantas foi IAC-112. Essa variação para a característica deveu-se, provavelmente, a fatores ambientais ou fatores germinativos da semente, já que não houve interação entre o genótipo e o manejo.

Para a fonte de variação Genótipo, houve diferença significativa para todas as características, exceto para altura média de espiga (Tabela 7). Para a característica capacidade de expansão, ocorreu efeito significativo de genótipo, sendo que se sobressaiu IAC-125, independente do tipo de manejo. Tal característica tem sido preconizada por ser fortemente influenciada pelo ambiente e já que no presente estudo não houve interação significativa entre genótipos e manejos, isso contribui para a suposição de herança quantitativa, conforme sugerido por Brunson (1937) e Lima *et al.* (1971). Nesse contexto, Alexander e Creech (1997) concordam que a capacidade de expansão é uma característica poligênica, porém, sujeita à baixa influência ambiental. A influência do ambiente na capacidade de expansão do milho pipoca é justificada pelo fato de que nem todos os genes que contribuem para dureza do endosperma também contribuem para a capacidade de expansão dos grãos (Robbins e Ashman, 1984; Linares, 1987).

TABELA 7 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para as características avaliadas em combinações de manejo *versus* Genótipo

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}			
		EME	AP (m)	AE (m)	CE (mL g ⁻¹)
Blocos	2	8,23	0,01	0,01	2,40
Genótipo	4	27,41 ^{**}	0,08 ^{**}	0,02 ^{ns}	135,07 ^{**}
Manejo	5	2,24 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,81 ^{ns}
Genótipo x Manejo	20	4,91 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,88 ^{ns}
Resíduo	50	2,54	0,02	0,01	1,74
Média		2,47	2,12	1,13	28,64
Cv _e (%)		64,67	5,85	8,75	4,61

^{1/} EME = Número médio de espigas mal empalhadas, AP = Altura média de Plantas, AE = Altura média de espiga, CE = Capacidade de expansão. ^{ns} = Não significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e ^{**} = significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Para a característica número médio de espigas mal empalhadas o genótipo que apresentou maior valor foi Zélia (Tabela 8), o que pode ter ocorrido devido à alguma interferência do herbicida nicosulfuron + atrazine ao genótipo, já que houve interação entre genótipo e manejo. Com relação à altura de plantas, o genótipo BRS Angela apresentou maior altura média de plantas (Tabela 8). Leonello *et al* (2009), estudando o desempenho de cultivares de milho-pipoca, observaram que o genótipo BRS Angela, IAC 112 apresentaram altura de plantas superiores às de Zélia. Sawazaki *et al.* (2003), utilizando densidade populacional ao redor de 55 mil plantas por hectare, obtiveram altura ao redor de 2,08 m com o IAC 112.

Tabela 8 - Valores médios de número de espigas mal empalhadas (EME), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), capacidade de expansão (CE), resultante da interação entre os diferentes genótipos e manejos realizados

Tratamentos	Médias							
	EME		AP (m)		AE (m)		CE (mL g ⁻¹)	
BRS Angela x Sem capina (Controle)	1,00	b	2,23	a	1,16	a	23,66	d
BRS Angela x Com capina (Controle)	1,66	b	1,98	a	1,23	a	23,88	d
BRS Angela x Herbicida tembotrione + atrazine	1,33	b	2,20	a	1,12	a	25,33	d
BRS Angela x Herbicida atrazine + S-metolachlor	2,33	b	2,27	a	1,19	a	26,22	d
BRS Angela x Herbicida mesotrione + atrazine	3,66	a	2,22	a	1,26	a	26,55	c
BRS Angela x Herbicida nicosulfuron + atrazine	0,66	b	2,20	a	1,15	a	24,77	d
IAC - 112 x Sem capina (Controle)	1,66	b	2,19	a	1,06	a	29,77	b
IAC - 112 x Com capina (Controle)	2,33	b	1,94	a	1,10	a	29,22	b
IAC - 112 x Herbicida tembotrione + atrazine	3,00	b	2,21	a	1,10	a	30,66	b
IAC - 112 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	4,33	a	2,04	a	1,19	a	30,11	b
IAC - 112 x Herbicida mesotrione + atrazine	3,00	b	2,08	a	0,99	a	29,11	b
IAC - 112 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	2,00	b	2,10	a	1,15	a	28,66	c
IAC - 125 x Sem capina (Controle)	1,33	b	2,05	a	1,08	a	32,11	a
IAC - 125 x Com capina (Controle)	4,00	a	2,09	a	1,10	a	32,77	a
IAC - 125 x Herbicida tembotrione + atrazine	1,33	b	2,14	a	1,07	a	32,88	a
IAC - 125 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	2,66	b	2,10	a	1,12	a	32,33	a
IAC - 125 x Herbicida mesotrione + atrazine	1,66	b	2,12	a	1,15	a	33,33	a
IAC - 125 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	3,00	b	2,10	a	1,10	a	32,00	a
UNB-2U C4 x Sem capina (Controle)	2,00	b	2,12	a	1,14	a	26,76	c
UNB-2U C4 x Com capina (Controle)	0,33	b	2,16	a	1,19	a	29,23	b
UNB-2U C4 x Herbicida tembotrione + atrazine	1,00	b	2,05	a	1,10	a	27,43	c
UNB-2U C4 x Herbicida atrazine + S-metolachlor	1,33	b	2,04	a	1,13	a	28,10	c
UNB-2U C4 x Herbicida mesotrione + atrazine	0,66	b	2,08	a	1,07	a	27,40	c
UNB-2U C4 x Herbicida nicosulfuron + atrazine	1,33	b	1,92	a	1,08	a	28,96	b
Zélia x Sem capina (Controle)	2,67	b	2,19	a	1,11	a	28,00	c
Zélia x Com capina (Controle)	5,67	a	2,11	a	1,11	a	29,55	b
Zélia x Herbicida tembotrione + atrazine	6,00	a	2,16	a	1,13	a	27,77	c
Zélia x Herbicida atrazine + S-metolachlor	2,33	b	2,08	a	1,04	a	28,11	c
Zélia x Herbicida mesotrione + atrazine	3,00	b	2,11	a	1,18	a	26,00	d
Zélia x Herbicida nicosulfuron + atrazine	6,66	a	2,15	a	1,14	a	28,22	c

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo agrupamento de Scott-Knott em 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1980).

Cargnelutti Filho e Storck (2007) avaliando estatísticas de precisão experimental concluíram que o coeficiente de variação experimental e a diferença mínima significativa, pelo teste Tukey expresso em porcentagem da média, estão associados à média e à variância residual, e são estatísticas

adequadas para a classificação de experimentos com médias semelhantes. A avaliação da precisão experimental dos resultados é importante para a validação das conclusões obtidas. O coeficiente de variação experimental (CV_e) constituiu-se em uma estimativa do erro experimental, em relação à média geral do ensaio, e é uma estatística muito utilizada como medida de avaliação da qualidade experimental. Considera-se que quanto menor for o coeficiente de variação experimental maior será a precisão do experimento, e quanto maior a precisão experimental, menores diferenças entre as estimativas serão significativas.

Os coeficientes de variação experimentais (CV_e) obtidos em ensaios agrícolas de campo, segundo Gomes (1990), podem ser considerados baixos, quando inferiores a 10%; médios quando variam de 10% a 20%; altos quando se estendem de 20% a 30% e, muito altos, quando superiores a 30%. Embora a classificação de Gomes (1990) seja extensivamente utilizada, Garcia (1989), se referenciando a edição anterior da literatura de Pimentel Gomes, enfatiza ou que tal classificação é muito abrangente, não levando em consideração as particularidades da cultura estudada e, principalmente, não faz distinção entre a natureza da característica avaliada. De acordo com a classificação feita por Scapim *et al.* (1995), a maioria das características avaliadas no presente trabalho revelou baixo a médio CV_e . Neste experimento, houve valores de coeficientes de variação oscilando de 4,61% para capacidade de expansão, a 157,53% para número médio de plantas acamadas (NPA).

Pacheco *et al.* (1998) obtiveram valores de CV_e (%) para porcentagem de plantas acamadas e quebradas, de 156,40 e 50,50%, respectivamente, para a população de milho pipoca CMS-42. Para a população CMS-43, também de milho pipoca, os valores respectivos do CV_e (%) para porcentagem de plantas acamadas e plantas quebradas foram de 143,80 e 59,30%. Coimbra (2000) estimou valores de CV_e (%) muito altos para as características proporção de plantas quebradas, proporção de plantas acamadas, proporção de espigas doentes e empalhamento. Por sua vez, Marques (2000) obteve CV_e (%) alto para a característica altura de planta; médio, para altura de espiga, número de espiga, prolificidade e peso de grãos; e baixo para capacidade de expansão.

Trabalhando com milho comum Gabriel (2006) encontrou CV_e (%) elevados para NPA, ND, NP, NPQ e EMP. Nesse contexto, Santos *et al.*

(2008), analisando famílias de irmãos-completos para a obtenção do terceiro ciclo de seleção recorrente de UNB-2U, constataram valores elevados de CV_e (%) para número médio de espigas doentes, número médio de espigas com pragas, número médio de plantas quebradas, número médio de espigas mal empalhadas e rendimento de grãos. Freitas Júnior *et al.* (2009), analisado a seleção recorrente entre famílias de irmãos completos em geração avançada da população UNB-2U de milho-pipoca, constataram que os maiores valores do coeficiente de variação foram expressos para as características número médio de plantas acamadas, número médio de espigas doentes, número médio de espigas mal empalhadas, número médio de espigas com pragas e número médio de plantas quebradas. Isso, de certa forma, corrobora a suscetibilidade das mencionadas características quanto à influência do ambiente.

Observou-se diferença significativa entre os genótipos com relação ao controle de plantas daninhas e à fitotoxidez (Tabela 9). Houve diferença significativa na interação genótipo x manejo, para as duas características avaliadas. Na interação genótipo x dias, não houve diferença significativa para o controle, porém houve diferença para a característica fitotoxidez. Já para a interação manejo x dias, houve diferença nas características avaliadas. Ainda na Tabela 9 para a interação genótipo x manejo x dias, houve diferença significativa para as características fitotoxidez e controle das plantas daninhas, ou seja, houve diferença nos manejos para cada genótipo testado durante os dias avaliados.

Tabela 9 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para as características avaliadas em combinações de manejo *versus* genótipo

FV	GL	Quadrados Médios ^{1/}	
		Fitotoxidez	Eficiência dos manejos
Blocos	2	27,96	288,82
Genótipo	4	4380,54**	1820,35**
Manejo	5	47252,07**	108029,22**
Dias	6	303,53**	407,92**
Genótipo x Manejo	20	1174,04**	663,83**
Genótipo x Dias	24	13,55**	15,09 ^{ns}
Manejo x Dias	30	41,36**	499,23**
Genótipo x Manejo x Dias	120	23,19**	55,96**
Resíduo	360	4,72	9,98
Média		26,92	44,39
Cv _e (%)		8,06	7,12

^{1/} ^{ns} = Não significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e ^{**} = significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 1 visualiza-se o comportamento das médias dos manejos durante os sete dias de avaliação. Para a característica controle em relação a BRS Angela, ao comparar os manejos com herbicida e o manejo com capina, é possível observar que os herbicidas nicosulfuron + atrazine foram os que obtiveram melhor controle de plantas daninhas aos 12 dias após a aplicação, quando houve menor infestação das plantas daninhas, embora a capina tenha superado todos os demais manejos na eficiência de controle. Silva *et al.* (2007), estudando dosagens de nicosulfuron para o controle de plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, observaram que, aos 14 e 28 dias após a aplicação das dosagens de nicosulfuron, todos os tratamentos proporcionaram controle superior a 90%. Neste contexto Jakelaitis *et al.* (2005) observaram que até os 28 dias após a aplicação as parcelas tratadas com nicosulfuron apresentaram cobertura vegetal inferior à da testemunha sem capina (que apresentou 100% de sua área coberta) e à do tratamento com atrazine

(63,3%). Os autores relatam que essa diferença entre a testemunha sem capina e o tratamento com atrazine ocorreu em função do controle de *Ipomoea* spp. pelo atrazine, enquanto a baixa cobertura vegetal das demais parcelas foi atribuída à ação tóxica das sulfoniluréias sobre as espécies *Brachiaria plantaginea* e *Brachiaria decumbens*.

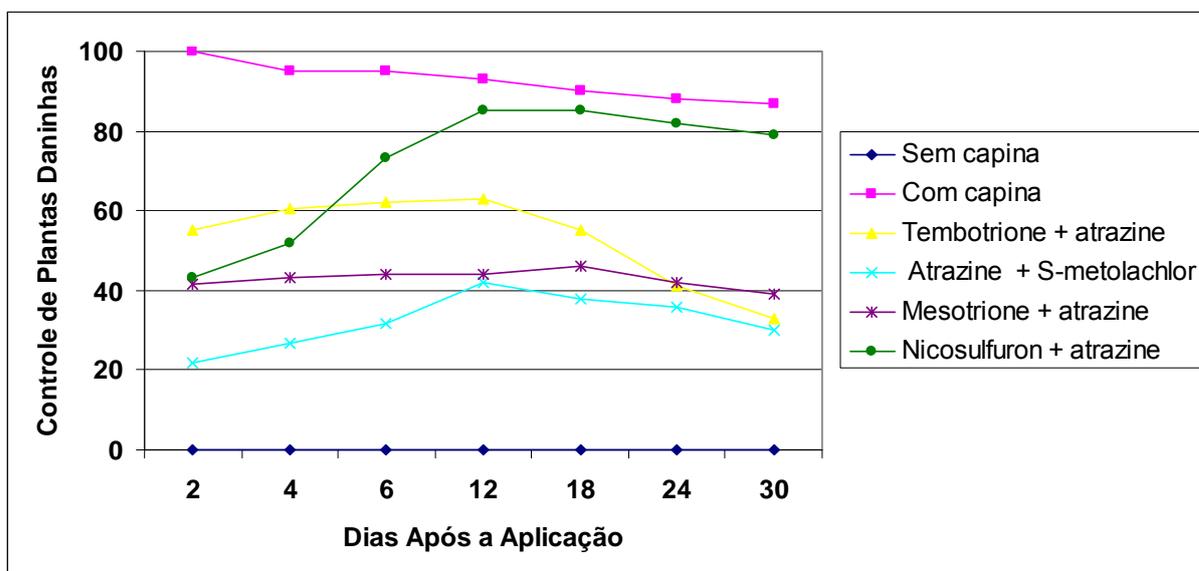


Figura 1 - Variações médias da eficiência do controle de plantas daninhas para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação da cultivar BRS Angela.

O herbicida tembotrione + atrazine nos cinco primeiros dias após a aplicação obteve uma eficácia maior que os demais. Entretanto, a partir do décimo segundo dia observou-se um decréscimo nessa eficiência, ocorrendo alto índice de plantas daninhas, a partir do trigésimo dia após a aplicação (Figura 1).

Comparando a eficiência dos manejos herbicidas com o manejo com capina, para o genótipo IAC-112 (Figura 2), verificou-se que o tratamento com os herbicidas tembotrione + atrazine, mesotrione + atrazine, atrazine + S-metolachlor, foram os menos eficientes no controle das plantas daninhas. Pode-se notar, ainda, na Figura 2 no décimo oitavo dia após a aplicação, houve um decréscimo da eficiência desses herbicidas, os quais apresentaram uma grande cobertura vegetal proporcionada por infestação de plantas daninhas. Por outro lado, o manejo com os herbicidas nicosulfuron + atrazine, foram os

que melhor proporcionaram controle das plantas daninhas, sendo a capina o manejo mais eficiente (Figura1).

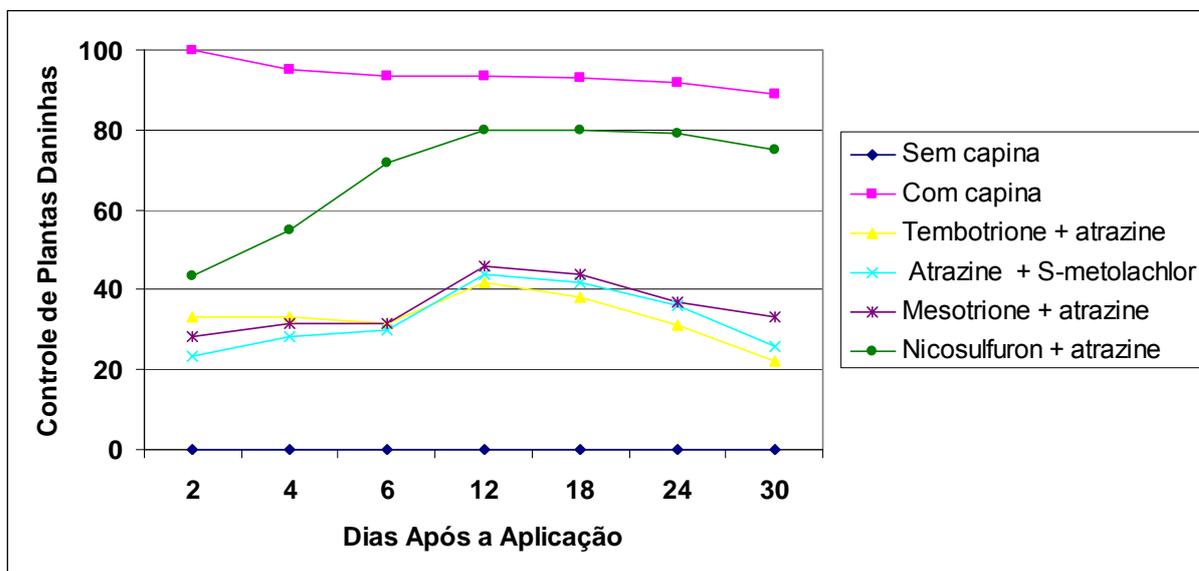


Figura 2 - Variações médias da eficiência do controle de plantas daninhas para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido simples modificado IAC-112.

Para o genótipo IAC-125, houve uma menor eficiência dos herbicidas avaliados quando comparados com o manejo com capina (Figura 3). Nota-se que os herbicidas tembotrione + atrazine e mesotrione + atrazine, nos quatro primeiros dias após a aplicação tiveram um rendimento ligeiramente melhor que os herbicidas nicosulfuron + atrazine. A partir do décimo segundo dia o herbicida nicosulfuron + atrazine igualou quanto à eficiência de controle ao do tembotrione + atrazine, enquanto o herbicida mesotrione + atrazine reduziu essa eficiência, aumentando a incidência de plantas daninhas a partir do sexto dia após a aplicação.

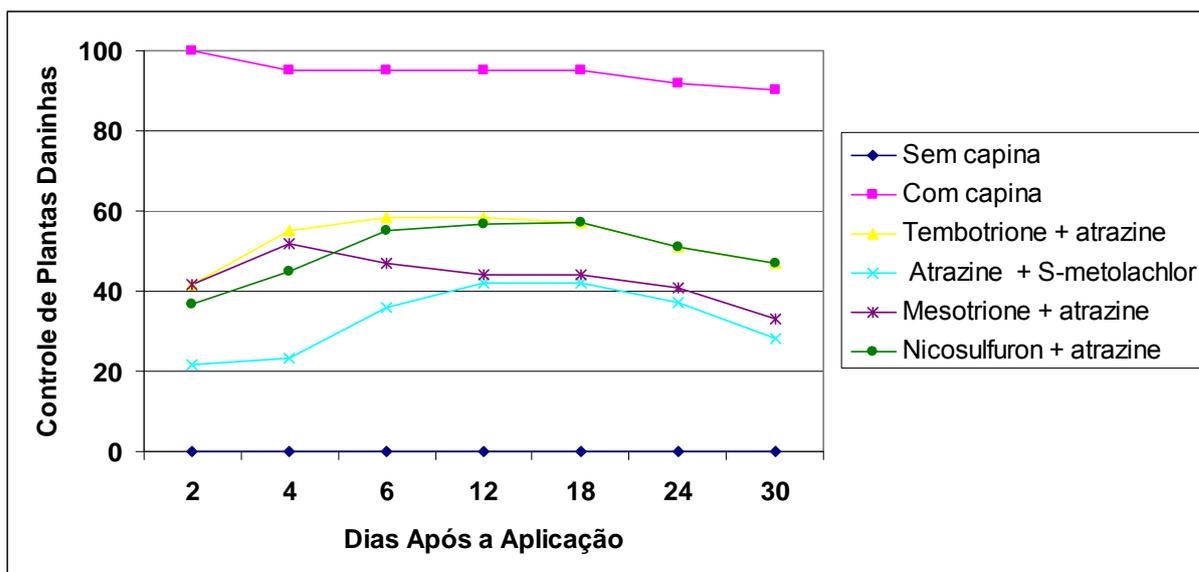


Figura 3 - Variações médias da eficiência do controle de plantas daninhas para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido topcross IAC-125.

Quanto ao herbicida atrazine + S-metolachlor, aplicado em pós-emergência, houve baixa eficiência no controle das plantas daninhas nos seis primeiros dias após a aplicação, com um aumento pequeno, estando ao trigésimo dia com uma alta infestação de plantas daninhas (Figura 3). Situação semelhante não foi constatada por Neto *et al.* (2003), na avaliação da seletividade dos herbicidas atrazine + metolachlor, utilizados em pós-emergência, na cultura do milho comum, tendo observado que tanto para as avaliações aos sete, 14, 21 dias após a aplicação, mesmo havendo diferença estatística entre alguns tratamentos, todos foram eficientes.

Houve superioridade do manejo com o herbicida nicosulfuron + atrazine em relação aos demais tratamentos com herbicidas. Para o genótipo UNB 2U-C4, a partir do quarto dia após a aplicação atingindo, a eficiência no controle das plantas daninhas de quase 80% no décimo segundo dia de avaliação, enquanto que os demais herbicidas não ultrapassaram os 50% de controle (Figura 4).

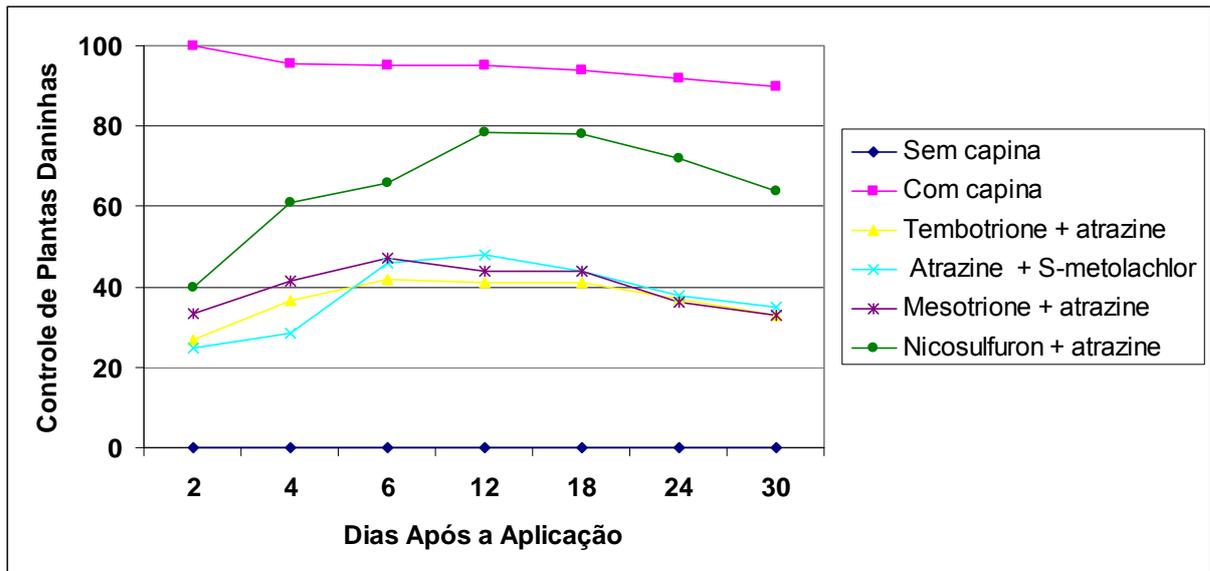


Figura 4 - Estimativas das variações das médias da eficiência do controle de plantas daninhas para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação da população UNB 2U-C4.

Pode-se notar ainda pela Figura 4, que no segundo dia após as aplicações, houve tendência à semelhança nos efeitos dos tratamentos. No entanto, houve diferenciação nítida após o quarto dia, no qual o nicosulfuron + atrazine se destacou. Os demais herbicidas tiveram uma baixa eficiência, sendo que no trigésimo dia após a aplicação houve uma alta incidência de plantas daninhas (Figura 4).

Para o genótipo Zélia, observou-se que no segundo e no quarto dia após a aplicação, os herbicidas + atrazine, tembotrione + atrazine e mesotrione + atrazine, tiveram uma boa eficiência no controle das plantas daninhas, porém a partir do sexto dia notou-se uma queda nessa eficiência para os herbicidas tembotrione + atrazine e mesotrione + atrazine, podendo ser observado uma cobertura quase que total de plantas daninhas nessas áreas a partir do trigésimo dia após as aplicações (Figura 5). Em contrapartida os herbicidas nicosulfuron + atrazine tiveram uma eficiência muito boa, com um controle de mais de 80% de plantas daninhas no décimo segundo dia, mantendo a área limpa durante o período crítico de competição. De todo o modo, a capina consubstancia-se como o manejo mais eficiente no controle de plantas daninhas.

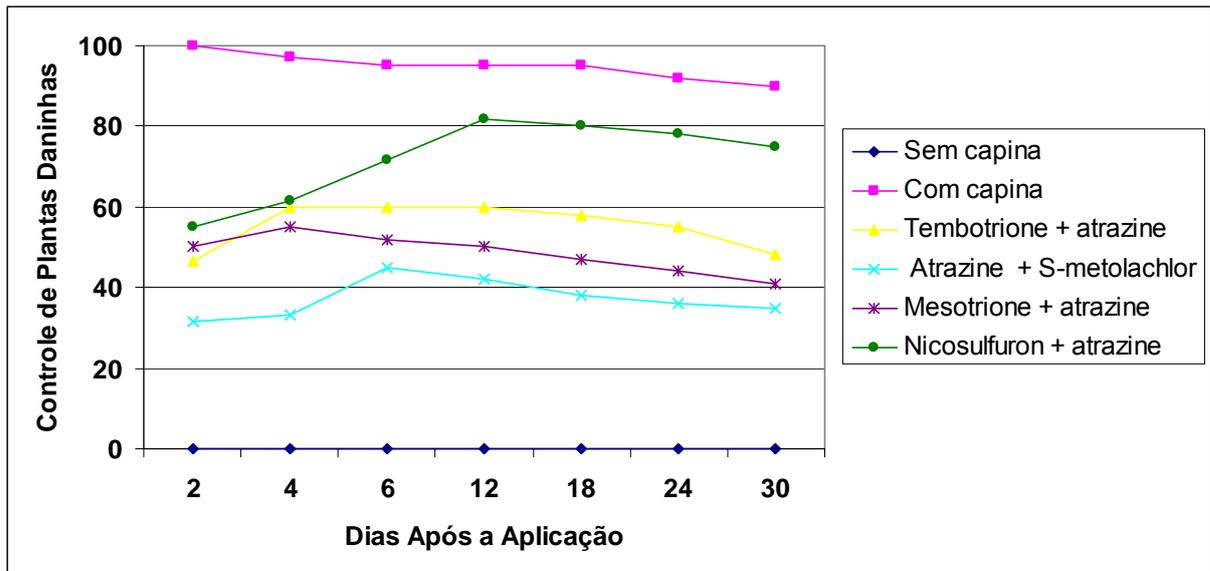


Figura 5 - Variações médias da eficiência do controle de plantas daninhas para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido triplo Zélia.

Todavia, o controle insuficiente proporcionado pelos herbicidas provavelmente ocorreu, em decorrência da alta frequência de precipitação pluvial na área experimental após a aplicação dos herbicidas, reduzindo-lhes a atividade residual e permitindo a reinfestação na área.

Visualmente, ao se comparar os manejos com capina (Figura 6 A) e os tratamentos com herbicidas nicosulfuron + atrazine, que foram os herbicidas mais eficientes para IAC-125 (Figura 6 B), com os herbicidas atrazine + S-metolachlor que foram os menos eficientes (Figura 7 A). Quanto ao manejo sem capina (Figura 7 B), houve elevada infestação, porém a incidência de plantas daninhas foi quase nula com a capina (Figura 6 A). De todo modo, o manejo com nicosulfuron + atrazine praticamente equivalem a capina, com baixa incidência de plantas daninhas e com crescimento desta tendo paralisado. Embora os herbicidas atrazine + S-metolachlor apresentem uma grande infestação de plantas daninhas, ainda assim, essa incidência é muito menor do que nas parcelas do manejo sem capina.



Figura 6 - Registro fotográfico do manejo com capina (A) e do controle com nicosulfuron + atrazine (B), no décimo oitavo dia após a aplicação dos herbicidas, respectivamente, nas parcelas de IAC-125.



Figura 7 - Registro fotográfico do manejo com atrazine + S-metolachlor (A) e sem capina (B), respectivamente, no décimo oitavo dia após a aplicação dos herbicidas, nas parcelas de IAC-125.

Analisando-se os sintomas de fitotoxidez no decorrer das avaliações, para a cultivar BRS Angela (Figura 8), observou-se que aos dois dias após a aplicação houve uma intoxicação moderada para os manejos com nicosulfuron + atrazine e mesotrione + atrazine, já os manejos atrazine + S-metolachlor e o tembotrione + atrazine apresentaram baixa fitotoxidez. Durante as avaliações, houve incremento da sensibilidade ao herbicida atrazine + S-metolachlor e, aos doze dias após a aplicação, observou-se fitotoxidez moderada, se igualando

aos manejos com nicosulfuron + atrazine e mesotrione + atrazine. Todavia, os efeitos fitotóxicos desapareceram aos 30 dias da aplicação.

Resultados de fitotoxidez em milho comum após a aplicação de nicosulfuron são relatados por Moro e Damiano-Filho (1999), que observaram alterações morfológicas e anatômicas nas folhas, como clorose e enrugamento da lâmina foliar, e que tais sintomas desapareceram ao longo do ciclo da cultura. No presente estudo, esses sintomas não foram observados em BRS Angela.

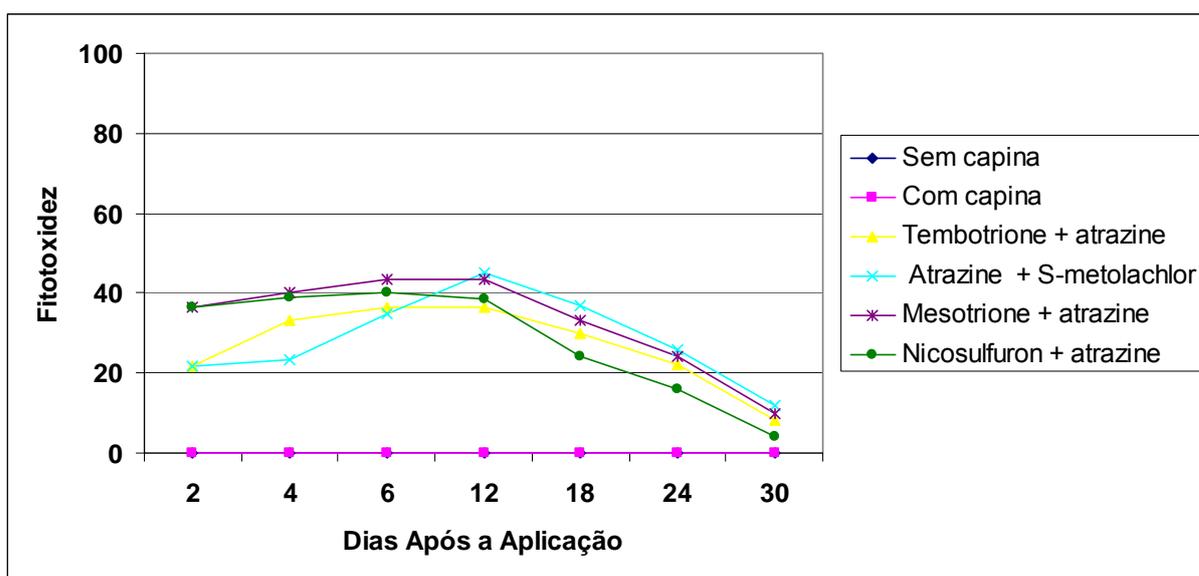


Figura 8 - Variações das médias da fitotoxidez para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação da cultivar BRS Angela.

Para o genótipo IAC-112 (Figura 9), notou-se que o manejo com tembotrione + atrazine, foi o que proporcionou maior fitotoxidez, chegando a uma intoxicação moderada aos doze e dezoito dias após a aplicação, mas a partir do vigésimo quarto dia os sintomas começaram a desaparecer e a partir do trigésimo dia os sintomas desapareceram quase que por completo. Os demais manejos com herbicidas tiveram uma fitotoxidez baixa nos primeiros dias e no trigésimo dia os sintomas praticamente não foram perceptíveis, mostrando a grande capacidade do genótipo IAC-112 apresenta em detoxificar as moléculas dos herbicidas avaliados.

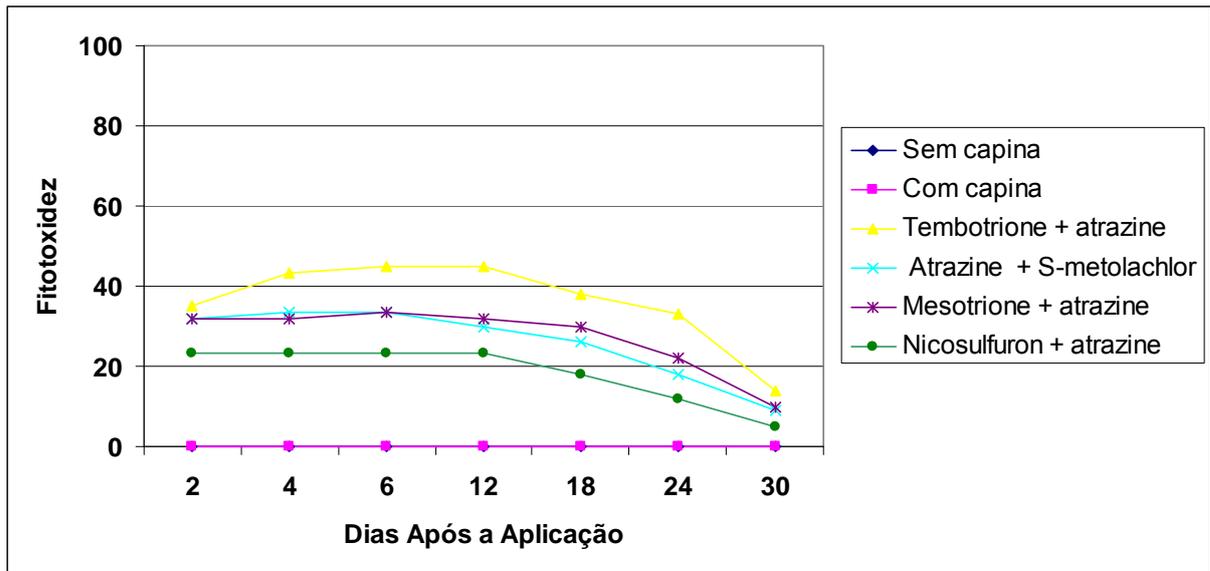


Figura 9 - Variações das médias da fitotoxidez para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido simples modificado IAC-112.

Nicolai (2004), estudando o desempenho da cultura do milho comum submetida à aplicação de herbicidas pós-emergentes, observou que os tratamentos de nicosulfuron + atrazine provocaram maiores efeitos fitotóxicos, seguido pelo manejo mesotrione + atrazine. Tal situação não ocorreu para o IAC-112, no presente trabalho.

É possível observar na Figura 10 que para IAC-112 os manejos com herbicidas não diferiram quanto aos efeitos fitotóxicos, sendo que a intoxicação foi mais acentuada nos doze primeiros dias após a aplicação, mas não foram prejudiciais ao híbrido que revelou fitotoxidez baixa, quase nula aos 30 dias. Isso denota que os híbridos do IAC são altamente tolerantes ao uso de herbicidas. Por conseguinte, eles tendem a ter um comportamento mais favorável ao uso pelos produtores tecnificados. De todo modo em diversos experimentos tecnificados, os híbridos IAC-112 e IAC-125 no Norte Fluminense, esses genótipos expressaram menores potencialidades produtivas e capacidade de expansão dos grãos, em comparação aos ciclos C3, C4, e C5 de seleção recorrente de UNB-2U (Santos *et al.*, 2008; Rangel *et al.*, 2008; Freitas Júnior *et al.*, 2009).

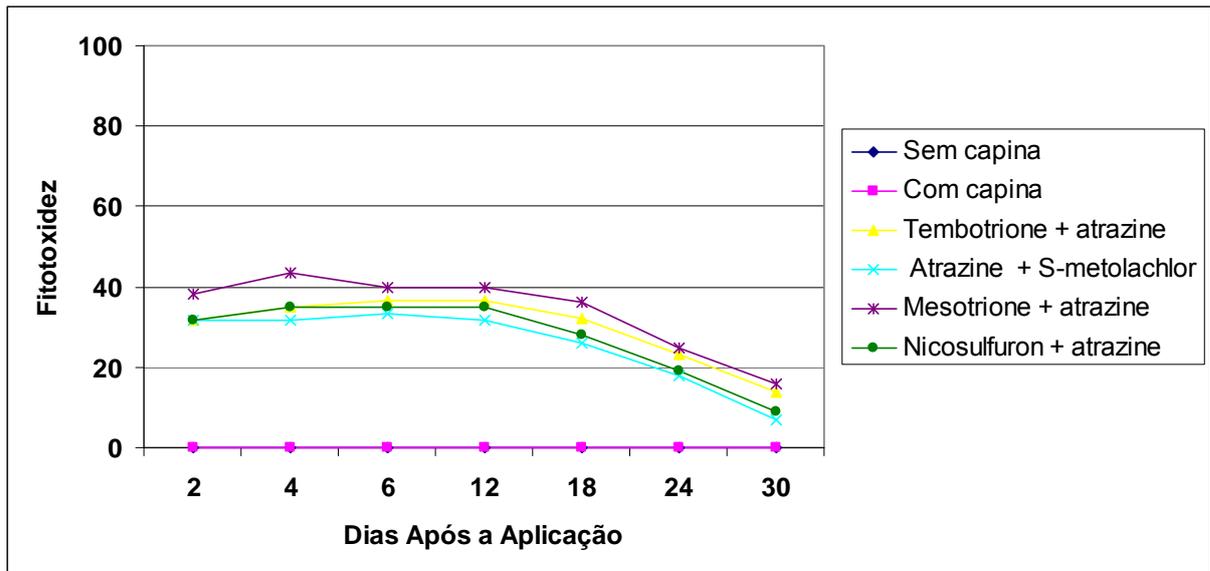


Figura 10 - Variações das médias da fitotoxidez para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido topcross IAC-125.

Diferentemente do híbrido IAC-112, a população UNB 2U-C4, mostrou-se mais suscetível aos efeitos dos manejos herbicidas (Figura 11). Observou-se que o manejo mesotrione + atrazine causou uma fitotoxidez elevada nos seis primeiros dias após a aplicação. Os sintomas observados nas plantas foram descoloramento nas folhas, ou seja, um branqueamento das mesmas seguidas por clorose, o que desapareceu após os trinta dias das aplicações.

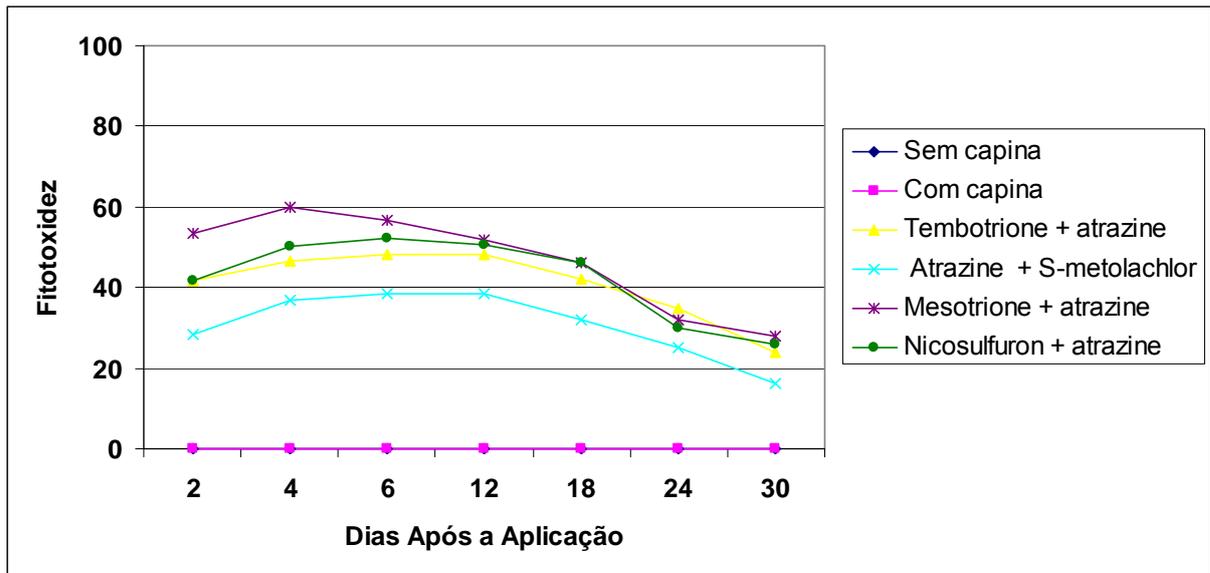


Figura 11 - Variações das médias da fitotoxidez para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação da população UNB 2U-C4.

O manejo com nicosulfuron + atrazine causou intoxicação moderada nos dezoito primeiros dias após a aplicação (Figura 11). Silva *et al.* (2007), em avaliação da seletividade do herbicida nicosulfuron ao milho comum DKB-214, observaram que os sintomas onde o nicosulfuron foi aplicado caracterizaram-se por pequenas manchas estriadas de clorose acompanhando as nervuras das folhas, e por enrugamento nas bordas destas, o que corrobora com os dados deste experimento, cujos sintomas também desapareceram trinta dias após a aplicação.

Analisando-se os sintomas de fitotoxidez para o genótipo Zélia (Figura 12), constatou-se que houve uma alta fitotoxidez pelo manejo com mesotrione + atrazine, nos dois primeiros dias após a aplicação, aumentando gradativamente nos quatro, seis, doze e dezoito dias, com uma diminuição no 24 e 30 dia após a aplicação, permanecendo assim, por mais tempo durante o ciclo da cultura. Neste contexto, os manejos atrazine + S-metolachlor e o manejo mesotrione + atrazine também causaram maior fitotoxidez ao genótipo, com os sintomas permanecendo por mais tempo. Os manejos com tembotrione + atrazine e nicosulfuron + atrazine, causaram intoxicação leve nos primeiros 18 dias após a aplicação, desaparecendo os sintomas ao trigésimo dia após a

aplicação, mostrando que o genótipo Zélia é menos susceptível a essa combinação de herbicidas.

Nicolai *et al.* (2006), avaliando a aplicação conjunta de herbicidas e inseticidas na cultura do milho comum, constataram que os tratamentos que envolveram o herbicida mesotrione também provocaram fitotoxidez às plantas; contudo, em menor grau que os tratamentos que contiveram o nicosulfuron. Tais evidências não foram verificadas na pesquisa aqui desenvolvida com milho pipoca, para todos os genótipos avaliados.

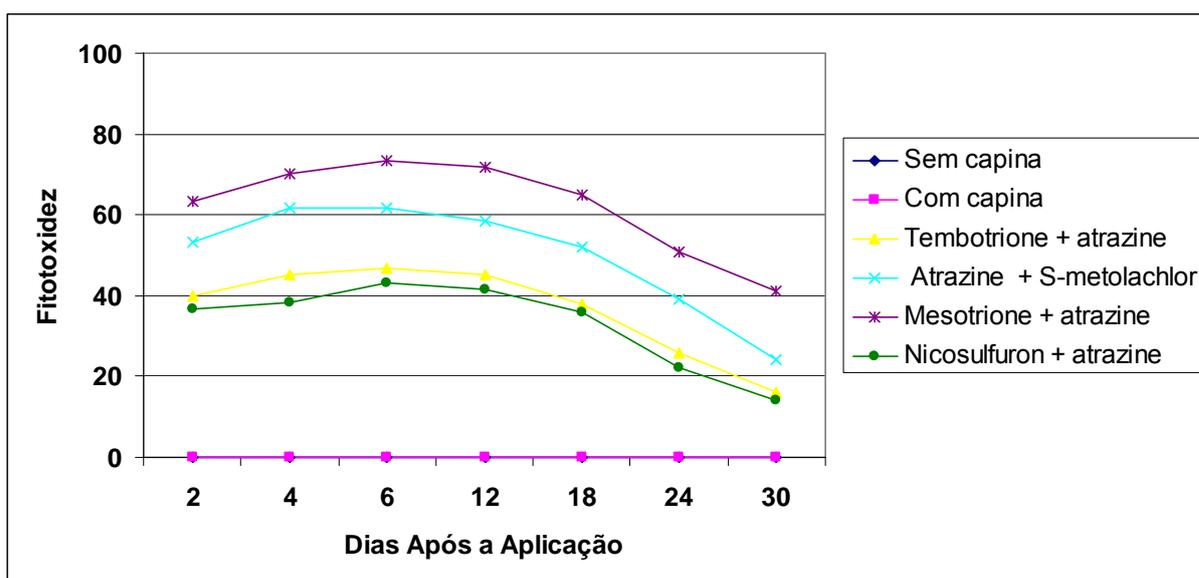


Figura 12 - Variações das médias da fitotoxidez para os quatro manejos com herbicidas e duas testemunhas (com e sem capina) obtidas na avaliação do híbrido triplo Zélia.

Em milho pipoca cultivado em casa de vegetação, Trindade (1995) observou toxicidade do nicosulfuron a partir da dosagem de 60 g ha^{-1} para o híbrido Zélia 01, aos 14 DAA; para a dosagem inferior a 60 g ha^{-1} , o nível de injúria foi semelhante ao da testemunha sem herbicida, o que não foi observado nesse experimento, pois com a dosagem de nicosulfuron + atrazine de $60 \text{ g ha}^{-1} + 1200 \text{ g ha}^{-1}$ i.a, houve uma leve fitotoxidez nos primeiros dias que não se manifestou posteriormente no trigésimo dia após a aplicação para os genótipos testados.

Nas plantas submetidas ao manejo mesotrione + atrazine, os sintomas observados foram: clorose seguida por descoloramento nas folhas. Houve,

pois, branqueamento das folhas seguido por necrose, permanecendo por maior lapso de tempo na cultura que os demais herbicidas (Figura 13).



Figura 13 - Registro fotográfico dos sintomas de fitotoxidez (clorose seguida por descoloramento nas folhas) do herbicida mesotrione + atrazine 18 dias após o plantio para o híbrido triplo Zélia.

Para Peixoto e Ramos (2002), os fatores ambientais, principalmente aqueles ocorridos durante o intervalo de 7 a 10 dias entre as aplicações são fundamentais para a metabolização dos herbicidas. Quando as condições são adequadas para o desenvolvimento da cultura, os possíveis problemas são reduzidos ou tornados inócuos. Em regiões mais frias, a metabolização do herbicida pela cultura é mais lenta, devendo-se atentar mais para os fatores e prazos para os manejos de nitrogênio e controle de pragas. Esses aspectos são agravados sob condições de estresse térmico e de umidade (Peixoto e Ramos, 2002).

De maneira geral os genótipos que receberam os herbicidas revelaram baixa toxidez, desaparecendo os sintomas a partir dos 30 dias após a aplicação, o que corrobora os resultados obtidos por Jakelaitis *et al.* (2005), que mostraram que a toxidez dos herbicidas às plantas de milho pipoca foi baixa. Verificou-se nessa presente pesquisa, toxidez moderada à cultura pela aplicação de nicosulfuron, tendo sido mais evidente à medida que se elevaram as dosagens desse herbicida; entretanto, os sintomas de toxidez desapareceram 28 dias após a aplicação, evidenciando a recuperação da cultura.

Em relação às avaliações fitossociológicas os resultados obtidos estão contidos nas Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 para as espécies, em cada parcela estudada no trigésimo dia após a aplicação dos herbicidas em relação ao valor de seus respectivos Índices de Valor de Importância (IVI).

Para o manejo sem capina foram identificadas 12 espécies de plantas daninhas infestando a cultura. A *Rottboellia cochinchinensis* (capim camalote), a *Cyperus rotundus* L. (tiririca), a *Sorghum arundinaceum* (falso masambará) e a *Commelina erecta* (trapoeraba), revelaram os maiores valores de densidade relativa (Dr), que foram: 18,31, 35,21, 12,68 e 12,68, respectivamente. Isto indica que estas espécies foram as que apresentaram maior número de indivíduos por área de 20 m² (Figura 14). Os IVI's (Índices de Valor de Importância) destas espécies foram superiores às demais, apresentando valores de 91,32 para o capim camalote; 56,12 para o falso masambará; 51,71 para tiririca; e de 30,80 para a trapoeraba. Para estas plantas daninhas, a Dominância Relativa (DoR) foi o índice que mais contribuiu para estes valores de IVI, devido aos elevados valores do peso seco apresentados pelas mesmas, indicando que essas plantas exercem maior influência dentro da comunidade, podendo, assim, proporcionar maior competição com a cultura.

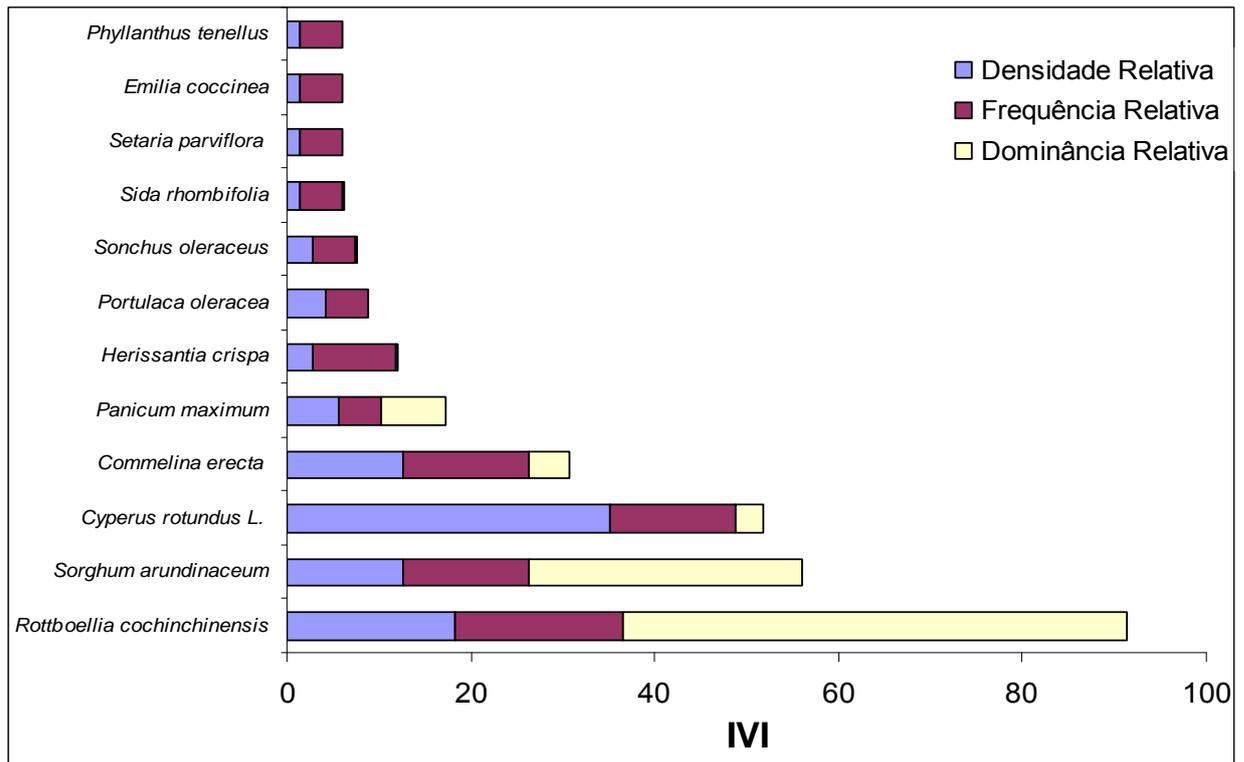


Figura 14 – Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo sem capina, de doze plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco genótipos de milho pipoca.

A alta infestação medida pelas densidades e outros índices, indica uma forte competição pelo espaço vital de cultivo, o que conseqüentemente acarretaria em uma considerável perda de produtividade.

Considerando o manejo com capina (Figura 15) foram identificadas dez espécies de plantas daninhas, as quais se destacavam *Rottboellia cochinchinensis* (capim camalote) e *Sorghum arundinaceum* (falso masambará) por apresentarem maior número de indivíduos por área, com valores respectivos de 21,05 e 28,95. Neste contexto, os IVI's de ambas as espécies foram superiores às demais, apresentando valores de 124,34 para o capim camalote e de 62,14 para o falso masambará, indicando que essas plantas tiveram maiores infestações dentro da comunidade.

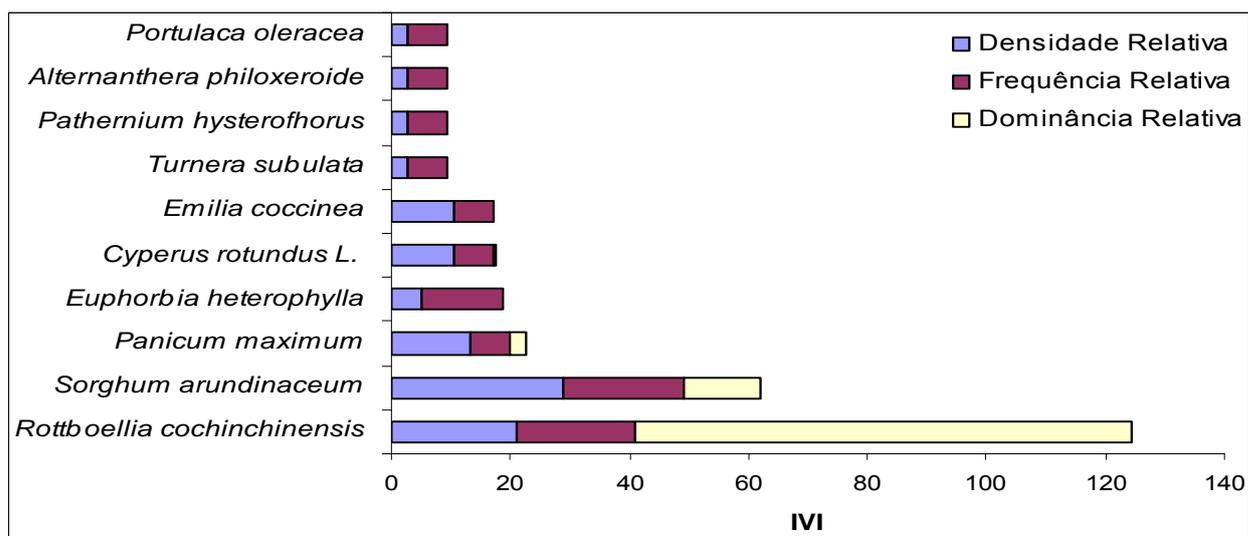


Figura 15 - Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo com capina, de dez plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco genótipos de milho pipoca.

Entre as seis espécies encontradas no controle tembotrione + atrazine, o capim camalote e falso masambará apresentaram maior número de indivíduos por área, com um valor de 48,28 e 20,69, respectivamente (Figura 16). Constata-se que o capim camalote revelou IVI muito alto, mostrando que esses herbicidas não são indicados para tal controle dessa espécie de planta daninha.

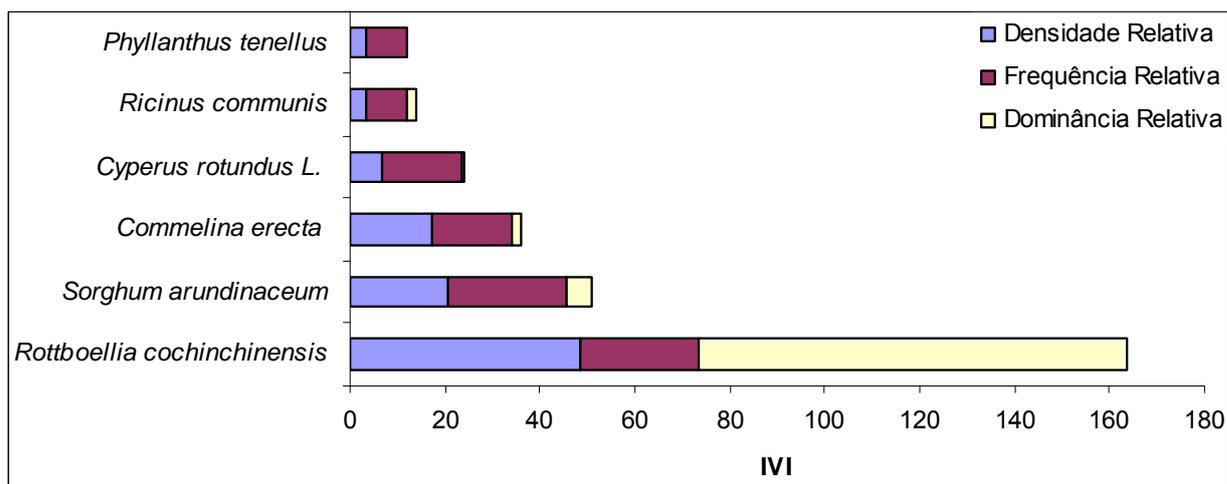


Figura 16 – Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo tembotrione + atrazine, de seis plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco genótipos de milho pipoca.

No manejo com atrazine + S-metolachlor (Figura 17), houve infestação de cinco espécies de plantas daninhas, das quais se destacaram o capim camalote e falso masambará que aconteceram maior número de indivíduos por área, com valores de 56,42 e 17,95 de dominância relativa, respectivamente. Por conseguinte, os IVI's de ambas as espécies foram superiores às demais, com valores de 181,88 para o capim camalote e de 59,12 para o falso masambará, indicando que essas plantas exerceram maiores influências dentro da comunidade de plantas daninhas. Observou-se que na utilização desses herbicidas, o número de espécies presentes na área foi menor quando comparado com o manejo sem capina.

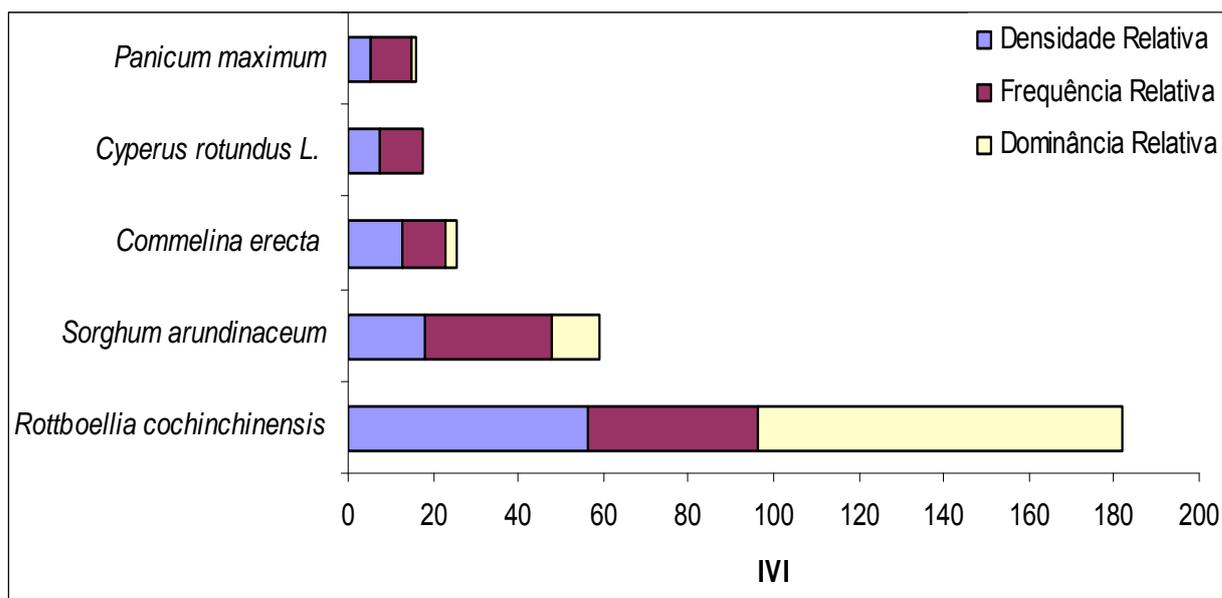


Figura 17 – Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo atrazine + S-metolachlor, de cinco plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco genótipos de milho pipoca.

Dentre as espécies identificadas, o capim camalote e a tiririca foram as que proporcionaram as maiores estimativas do Índice de Valor de Importância (101,30 e 64,89, respectivamente), indicando que essas plantas exerceram maior influência dentro da comunidade, podendo assim proporcionar maiores perdas à cultura (Figura 18). Dentre os fatores analisados, a dominância relativa dessas plantas invasoras foi o fator que mais contribuiu para as maiores inferências de IVI. Estes resultados revelam que a tiririca foi a que apresentou o maior número de indivíduos na área, seguida pelo capim camalote. Verifica-se, ainda, na figura 18 que em relação aos fatores Frequência Relativa (Fr) e Dominância Relativa (DoR), a DoR apresentou maior importância para o capim camalote e a Fr para capim camalote, tiririca, falso masambará e *Sida rhombifolia* (guanxuma) ou seja, o capim camalote conteve maior peso de matéria seca; além disso, ele, a tiririca, o falso masambará e a guanxuma estiveram presentes em um maior número de amostras coletadas.

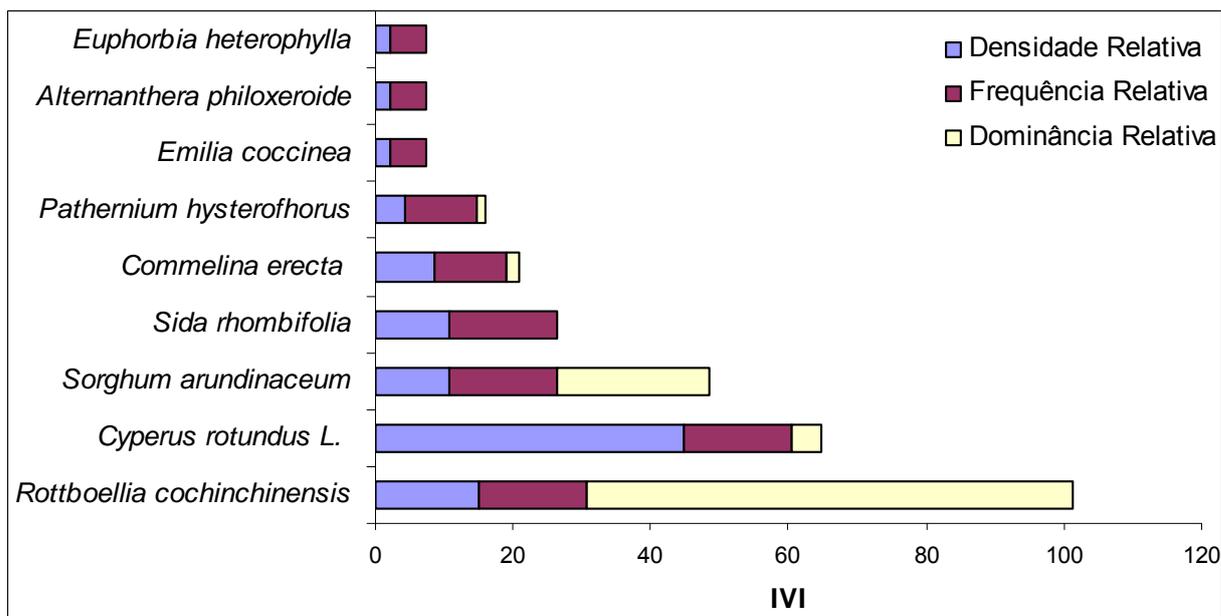


Figura 18 – Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo mesotrione + atrazine, de nove plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco acessos de milho pipoca.

O capim camalote e a espécie trapoeraba revelaram os maiores valores de IVI, sendo 207,54 e 31,84, respectivamente, se destacando como as espécies de maior importância para o nicosulfuron + atrazine (Figura 19). Contudo, para o capim camalote, a DoR foi o fator que mais contribuiu para o valor de IVI, seguido por Dr e Fr. Isto significa que o capim camalote apresentou maior número de indivíduos entre as espécies presentes na área, maior frequência entre as amostras coletadas na área e maior peso de matéria seca entre as espécies. Pode-se notar na Figura 19 que a espécie *Setaria parviflora* (capim-rabo-de-raposa), foi a que revelou menor IVI (1,77%), sendo a de menor importância.

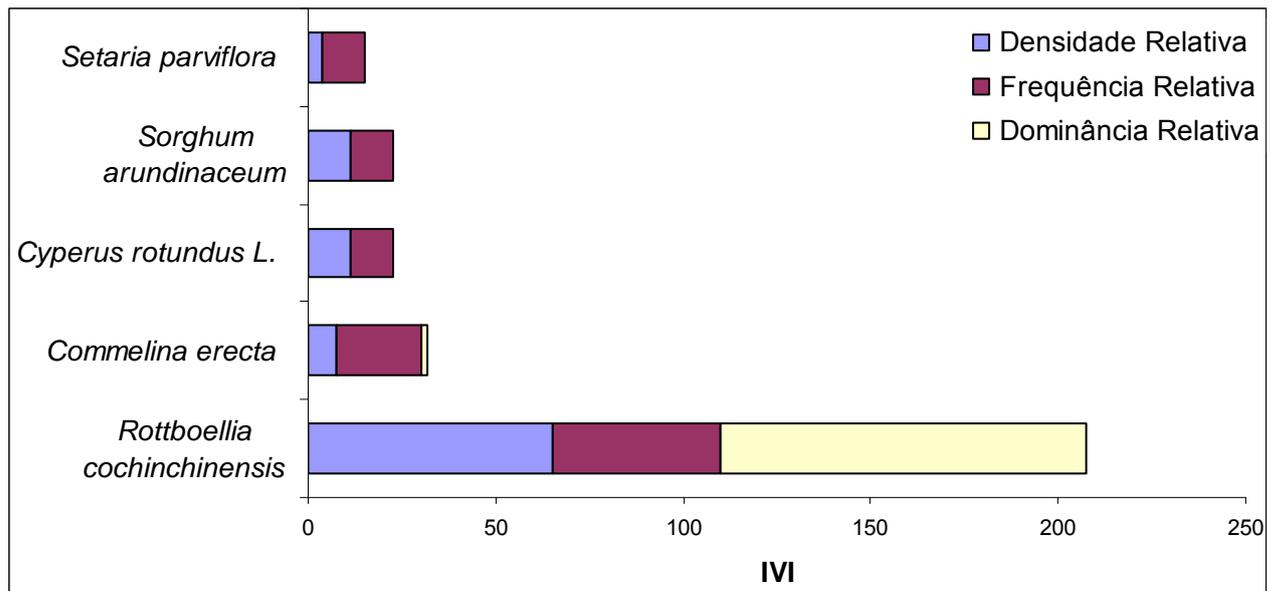


Figura 19 – Histogramas representativos das estimativas de algoritmos que expressam o Índice de Valor de Importância (IVI) para o manejo nicosulfuron + atrazine, de cinco plantas daninhas de ocorrência nas parcelas experimentais avaliadas em cinco genótipos de milho pipoca.

A maioria das plantas daninhas identificadas nesse estudo, que revelaram as magnitudes mais elevadas para densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, expressaram características fenológicas semelhantes às do milho-pipoca, sendo a maior parte pertencente à família Poaceae.

Cumprir enfatizar a importância do uso correto dos herbicidas, principalmente no que diz respeito à época adequada de aplicação, ao modo e mecanismo de ação dos produtos, ao comportamento dos herbicidas no solo, à atividade residual, às dosagens corretas, ao registro à cultura, bem como a utilização de equipamentos adequados calibrados.

De posse destes conhecimentos pode-se fazer o uso correto dos herbicidas, garantindo elevada produtividade, com menores desperdícios dos produtos e, por consequência menores contaminações do meio ambiente, além de garantir uma vida mais saudável para os consumidores, bem como maior rentabilidade por unidade de cultivo para os produtores.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da UENF, no período de outubro de 2008 a fevereiro de 2009, foram avaliados cinco acessos de milho pipoca (BRS Angela, IAC-112, IAC-125, UNB-2U C4 e Zélia) em diferentes manejos, a saber: capinado; sem capina; mesotrione + atrazine ($192 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); tembotrione + atrazine ($120 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); nicosulfuron + atrazine ($60 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1200 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); e atrazine + S-metolachlor ($1665 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.} + 1305 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$). Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com três repetições no arranjo fatorial. Quinze características foram avaliadas, incluindo: rendimento de grãos, capacidade de expansão, fitotoxidez e eficiência aos herbicidas utilizados.

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

a) afora a capina, o manejo que proporcionou melhor controle de plantas daninhas foi o herbicida nicosulfuron + atrazine;

b) todos os herbicidas causaram sintomas visuais de fitotoxidez, os quais desapareceram em grande parte aos 30 dias após a aplicação, indicando que os herbicidas foram seletivos para os genótipos testados;

c) o genótipo que sofreu maior fitotoxidez foi Zélia;

d) os genótipos que revelaram menores fitotoxidez foram BRS Angela e IAC-125; e

e) a planta daninha que conteve o maior índice de valor de importância nas parcelas estudadas foi o capim camalote (*Rottboellia cochinchinensis*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, D.E.; Creech, R.G. (1997) Breeding special industrial and nutritional types. In Sprague, G.F. e Fuccillo, D.A. Corn and corn improvement. *Madison, American Society of Agronomy*, 363-386.
- Andrade, R.A.; Cruz, C.D.; Scapim, C.A.; Silvério, L.; Pinto, R.J.B.; Tonet, A. (2002) Análise dialéctica da capacidade combinatória de variedades de milho-pipoca. *Acta Scientiarum*, Maringá, 24(5): 1197-120.
- Ashoton, F.M.; Mônaco, T.J. (1991) *Weed science*. New York: John Wiley. 466p.
- Braun-Blanquet, V. (1979) *Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: H. Blume, 820p.
- Brunson, A.M. (1937) Popcorn breeding. *Yearbook Agricultural*, 1: 395-404
- Carey, J.B.; Penner, D.; Kells, J.J. (1997) Physiological basis for nicosulfuron and primisulfuron selectivity in five plant species. *Weed Science*, 45 (1): 22-30.
- Cargnelutti Filho, A.; Storck, L. (2007) Estatística de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(1): 17-24.
- Causton, D.R. (1988) *Introduction to vegetation analysis, principles and interpretation*. London: Unwin Hyman, 342p.
- Cavaliere, S.D.; Oliveira Junior, R.S.; Constantin, J.; Biffe, D.F.; Rios, F.A. E.; Franchini, L.H.M. (2008) Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. *Planta Daninha*, v. 26, (1), p. 203-214.
- CEAGESP (2009): Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo: <<http://www.ceagesp.gov.br/cotacoes>> acesso 01 de setembro de 2009.
- Christoffoleti, P.J.; Mendonça, C.G. (2001) Controle de plantas daninhas na cultura do milho: enfoque atual. In: Fancelli, A.L., Dourado-Neto, D. (Coord.) *Milho: tecnologia e produtividade*. ESALQ/LPV, p.60-95.

- Coimbra, R.R. (2000) Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT1-Ribeirão de milho pipoca. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 54p.
- Cole, D.J. (1994) Detoxification and activation of agrochemicals in plants. *Pesticide Science*, 42: 209-222.
- Constantin, J.; Oliveira Jr.; Rubem S. de; Blainski, E.; Homem, L.M. (2006) Seletividade e eficácia agrônômica do novo herbicida tembotriona para a cultura do milho. *In: XXV Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*, Brasília. Anais, v. 1.
- Cruz, C.D., (2001) Programa genes: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV [CDROM].
- Curtis, J.I.; McIntosh, R.P. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31: 434-455.
- Davies, J.; Caseley, J.C. (1999) Herbicide safeners: a review. *Pesticide Science*, Oxford, 55 (11): 1043-1058.
- EMBRAPA Milho e Sorgo (2006) Sistema de Produção. Versão eletrônica – 2ª edição: <
http://www.sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/plantasdaninhas.htm> acesso 27 de setembro de 2008.
- Erasmu, E.A.L.; Pinheiro, L.L.A.; Costa, N.V. (2004) Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. *Planta Daninha*, 22 (2): 195-201.
- Fisher, H.H. (1973) Conceito de erva daninha. *In: Warren, G.F., Willian, R.D., Sacco, J. da C., Lamar, R.V., Albert, C.A.* Curso intensivo de controle de ervas daninhas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 5-10.
- Fonne-Pfister, R.; Gaudin, J.; Kreuz, K. (1990) Hydroxylation of primisulfuron by inducible cytochrome P450 dependent monooxygenase system from maize. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 37 (1): 165-173.
- Franco, G.V. (2003) Controle de plantas daninhas. *Correio Agrícola*, 1: 6-7.
- Frans, R.E. (1972) Measuring plant response. *In: Wikinson, R.E. (ed).* Research methods in weed science [S.1.]: Southern Weed Science Society, p. 28-41.
- Freitas Júnior, S. P.; Amaral Júnior, A. T.; Rangel, R. M.; Viana, A. P. (2009). Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*: 9 1-7.
- Gabriel, A.P.C. (2006) Melhoramento de milho: seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos completos. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 92p.

- Galinat, W.C. (1977). The origin of corn. *In*: Sprague, G.F. (ed) Corn and corn improvement. New York, Academic Press, p.1-48.
- Galvão, J.C.C.; Sawazaki, E.; Miranda, G.V. (2000) Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 47 (270): 201–218.
- Garcia, L.H. (1989) Tabelas para classificação do coeficiente de variação. *Circular Técnica* 171, Piracicaba-SP, IPEF.
- Gassen, D.N. (2002) O risco da mistura de herbicida com inseticida em milho. *In*: Gassen, D.N. (ed.) Informativos técnicos Cooplantio. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 125-128.
- Gazziero, D.L.P., Guimarães, S.C., Pereira, F.A.R. (1998) Plantas daninhas: cuidado com a disseminação. Londrina: EMBRAPA – CNPSO (Folder).
- Ghersa, C.M. (2000) Advances In Weed Management Strategies. *Field Crops Res.*, 67: 95-104.
- Gomes, F.P. (1990) Curso de estatística experimental. 13 ed. Piracicaba: São Paulo, USP/ESALQ, 468p.
- Gubbiga, N.G.; Worsham, A.D.; Coble, H.D. (1995) Effect of nicosulfuron on johnsongrass (*Sorghum halepense*) control and corn (*Zea mays*) performance. *Weed Technology*, 9 (3): 574-581.
- Heckathorn, S.A; Mueller, J.K.; Laguidice, S.; Zhu, B.T.; Blair, B.; Dong, Y. (2004) Chloroplast small heat-shock proteins protect photosynthesis during heavy metal stress. *American Journal of Botany*, 91 (9): 1312-1318.
- Hess, F. D.; Weller, S.C. (2000). Principles of selective weed control with herbicides. *In*: Herbicide Action: an intensive course of the activity, selective, behavior, and fate of herbicides in plants and soils. West Lafayette: Purdue University, p. 112-134.
- Hiscox, J.D., Israelstam, G.F. (1979) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57(12): 1332-1334.
- Hoffman, O. L. (1962) Chemical seed treatments as herbicide antidotes. *Weeds*, 10: 32.
- Jakelaitis, A.; Silva, A.F.; Silva, A.A.; Ferreira, L.R.E.; Vivian, R. (2005) Controle de plantas daninhas na cultura do milho pipocacom Herbicidas aplicados em pós-emergência. *Planta Daninha*, 23 (3): 509-516.
- Johnson, W.G.; Wait, J.D.; Holman, C.S. (2002) Mesotrione programs of now center Weed. *Science Society Resistant*, 56: 225-226.
- Karam, D.; Melhorança, A.L. (2007) Plantas Daninhas. *In*: Cruz, J.C., Versiani, R.P., Ferreira, M.T.R. (Ed.). Cultivo do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistema de produção.

- <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho/plantasdaninhas/html>>. acesso em 28 de agosto de 2008.
- Larish, L.L.B.; Brewbaker, J.L. (1999) Diallel analyses of temperate and tropical popcorns. *Maydica*, Bergamo, 44: 279-284.
- Lee, D.L. (1997) The Discovery and structural requirements of inhibitors of p-hydroxyphenyl-pyruvate dioxygenase. *Weed Science*, 45: 601-609.
- Leonello, L.A.F.; Cazetta, D.A.; Fornasieri Filho D. (2009) Características agronômicas e qualidade comercial de cultivares de milho pipoca em alta população. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 31, n. 2, p. 215-220.
- Liebl, R. A.; Norman, M.A. (1991) Mechanism of clomazone selectivity in corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 39: 329-332.
- Lima, M.; Zinsly, J.R.; Vencovsky, R.; Melo, M.R. de C. (1971) Resultados parciais de um programa de melhoramento do milho (*Zea mays L.*) visando o aumento da produtividade, caracteres agronômicos e capacidade de expansão. In: Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 5:84-93.
- Linares, E. (1987) *Seleção recorrente recíproca em famílias de meios-irmãos em milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP, 78p.
- Lira, M.A. (1983) *Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para produção e capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 63p.
- López-Ovejero, R.F., Fancelli, A.L., Dourado-Neto, D., García Y García, A.E Christoffoleti, P.J.(2003) Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. *Planta Daninha*, v.21, n.3, p.413-419.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento <http://www.agricultura.gov.br> acesso 12 de agosto de 2008.
- Marques, M.J.B.S.G.S.M. (2000) Número mínimo de famílias de meios-irmãos de milho pipoca: critério de seleção e predição de ganhos por seleção. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 236p.
- Martins, F.R.; Santos, F.A.M. (1999) Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos*, 1: 236-267.
- Matta, P.P.; Viana, J.M.S. (2001) Testes de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca. *Scientia Agricola*, 58 (4): 845-851.

- Merotto Jr., A. (1997) Aumento da população de plantas e uso de herbicida no controle de plantas daninhas em milho. *Planta Daninha*, 15 (2): 141-151.
- Merotto Junior, A.; Almeida, M.L. de; Fuchs, O. (1997) Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554.
- Moreira, J.G. (2007) *Seletividade de herbicidas a genótipos de milho de pipoca (Zea mays L.)*. Monografia - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 47p.
- Moro, F.V.; Damião-Filho, C.F.(1999) Alterações morfoanatômicas das folhas de milho submetidas à aplicação de nicosulfuron. *Planta Daninha*, 17 (3), p. 331-337.
- Morton, C.A.; Harvey, R.G. (1992) Sweet corn (*Zea mays*) hybrid tolerance to nicosulfuron. *Weed technology*, 6 (1): 91-96.
- Müeller-Dombois, D.; Ellenberg, H.A. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York - USA: John Wiley, 547p.
- Neto, J.B.D.; Raimundo, A.; Andrade J. C.; Silva, L. M.; Gomes, L. C.; Nogueira Júnior, N. (2003) Avaliação da Seletividade dos Herbicidas: Bentazon; Atrazine; Alachlor + Atrazine e Atrazine + Metolachlor Utilizados em Pós-Emergência, sobre a Cultura do Milho (*Zea mays*) Cargil 32. *Revista científica eletrônica de agronomia*. 5p.
- Nicolai, M. (2004) Desempenho da cultura de milho (*Zea may L.*) submetida a aplicação de herbicidas pós-emergentes, em diferentes situações de manejo. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Universidade de São Paulo, 42p.
- Obrigawitch, T.T.; Kenyon, W.H.; Kuratle, H. (1990) Effect of application timing on rhizome johnsongrass (*Sorghum halepense*) control with DPX-V9360. *Weed Science*, 38 (1): 45-49.
- Oliveira Júnior, R.S. (2001) Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. *In: Oliveira Júnior, R. S., Contantin, J. (Coords.). Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba. Agropecuária, p. 219-314.
- Oliveira, A.R.; Freitas, S.P. (2008) Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. *Planta daninha*, 26 (1): 33-46.
- Ovejero, R.F.L.; Fancelli, A.L.; Dourado-Neto, D.; Garcia, A.; Christoffoleti, P.J. (2003) Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estágios fenológicos da cultura. *Planta daninha*, 21 (3): 413-419.
- Pacheco, C.A.P.; Castoldi, F.L.; Alvarenga E.M. (1996) Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho pipoca. *Revista Brasileira de Sementes*, 18 (2): 267–270.

- Pacheco, C.A.P.; Gama, E.E.G.; Guimarães, P.E.O.; Santos, M.S.; Ferreira, A.S. (1998) Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33: 1995-2001.
- Pitelli, R.A. (2000) Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. *Journal Consherb*, 1(2): 1-7.
- Programa de Milho da UFV www.ufv.br/dft/milho. acesso 23 de agosto de 2008.
- Ramos, A.O. (2005) Levantamento Fitossociológico e controle de capim-camalote (*Rottboellia exaltata* L.) na cultura da cana-de-açúcar. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF.
- Rangel, R.M.; Amaral Júnior, A.T.; Scapim, C.A.; Freitas Júnior, S.Dep.; Pereira, M.G. (2008) Genetic parameters in parents and hybrids of circulant diallel in popcorn. *Genetics and Molecular Research*, 7 (4): 1020-1030.
- Rizzardi, M.A.; Serafini, M.C. (2001) Ação do anidrido naftálico na seletividade de herbicidas aplicados para controle de azevém em aveia-branca. *Planta Daninha*, 19 (3): 367-374.
- Robbins Júnior, W.A.; Ashman, R.B. (1984) Parent-offspring popping expansion correlations in progeny of dent corn x popcorn and flint corn x popcorn crosses. *Crop Science*, 24(1): 119-121.
- Rodrigues, B.N.; Almeida, F.L.S. (2005) *Guia de herbicida*. 5 ed. Londrina, edição dos autores, 592p.
- Rouchaud, J.; Neus, O.; Cools, K.; Buckle, R. (2000) Dissipation of the triketone mesotrione herbicide in the soil of the soil of corn crops grown on different soil types. *Toxicological Environmental Chemistry*, 77: 31-40.
- Santos, F.S.; Amaral Júnior, A.T.; Freitas Júnior, S.deP.; Rangel, R.M.; Scapim, C.A.; Mora, F.(2008). Genetic gain prediction of the third recurrent selection cycle in a popcorn population. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 30: 651p.
- Sawazaki, E. (1995) *Melhoramento do milho pipoca*. Instituto Agrônomo, Campinas, 21p.
- Sawazaki, E. (2001) A cultura do milho pipoca no Brasil. *O Agrônomo*, (2): 11-13.
- Sawazaki, E.; Castro, J.L.; Gallo, P.B.; Paterniani, M.E.A.G.Z.; Silva, R.N.; Luders, R.R. (2003). Potencial de híbridos temperados de milho pipoca em cruzamento com o testador semitropical IAC 12. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2 (2): 61-70.
- Scapim, C.A.; Carvalho, C.G.P.; Cruz, C.D. (1995) Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 30(5): 683-686.

- Siegelin, S.D. (1993) Timing of nicosulfuron and primisulfuron applications on corn (*Zea mays*) ear malformation west Lafayette, Thesis (Master of Science) – Purdue University, 61p.
- Silva, A.A. (2002) *Biologia e controle de plantas daninhas*. Viçosa: DFT, UFV, CD-ROM.
- Silva, A.A.; Silva, J.F. (2007) Tópicos em manejo de plantas daninhas. Editora UFV. 1ª ed. 367p.
- Silva, A.A.da; Melhorança, A.L. (1991) Controle de plantas daninhas na cultura do milho. *In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. UEPAE, (Circular Técnica, 20). Milho: informações técnicas*, Dourados, p.114-127.
- Silva, J.B.; Cruz, J.C.; Silva, A.F. (1987) Controle de plantas daninhas. *In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPMS. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo, (Circular Técnica, 4). Recomendações técnicas para o cultivo do milho. (3): 31-41.*
- Silva, J.B.; Rodrigues, M.A.T.; Begliomini, E. (1998). Determinação do período de interferência de plantas daninhas em milho fundamentado nos estágios fenológicos da cultura. *O ruralista*, 35 (440).
- Sweetser, P.B.; Schow, G.S.; Hutchenson, J.M. (1982) Metabolism of chlorsulfuron by plants: biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. *Pesticide Biochemistry physiology*, 18 (1): 18-23.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. (1980) *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. New York: McGraw-Hill Book Company, 633p.
- Syngenta (2007) <http://www.syngenta.com.br> acesso em 10 de setembro de 2009.
- Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. (2006) www.extrapratice.com.br acesso em 20 de agosto de 2009.
- Trindade, F.A.(1995) Estudo da tolerância de cultivares de milho pipoca (*Zea mays* L.) a herbicidas. 105 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Vargas, L. (2003) Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura do maçã. Circular técnica 44, 1ª edição. Bento Gonçalves.
- Verma, R.K.; Singh, T.P. (1979) Inter relations among certain quantitative traits in popcorn. Mysore, *Journal Agricultural Science*, 13:15-18.
- Wellburn, A.R (1994) The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144(3): 307-313.

Ziegler, K.E.; Ashman, B. (1994). Popcorn. *In: Hallauer, A. (ed). Specialty corns.* Iowa: CRC Press, cap. 7, p. 189-223.

Zinsly, J.R.; Machado, J.A. (1978) Milho-pipoca. *In: Melhoramento e produção de milho no Brasil.* Piracicaba, ESALQ: Fundação Cargill. p. 339 - 348.