

JOÃO GILBERTO DE SIQUEIRA

SELETIVIDADE DO FLUMIOXAZIN APLICADO EM PÓSEMERGÊNCIA NA  
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2001

JOÃO GILBERTO DE SIQUEIRA

SELETIVIDADE DO FLUMIOXAZIN APLICADO EM PÓSEMERGÊNCIA NA  
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de março de 2001.

---

Prof. Antônio Alberto da Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. Tocio Sedyama

---

Prof. Silvério de Paiva Freitas

---

Prof. Valterley Soares Rocha

---

Prof. Francisco Affonso Ferreira  
(Orientador)

A Deus, presença constante em minha vida.

Aos meus pais João e Ilza.

Às minhas sobrinhas Gisele e Tamiris.

## AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, pela motivação, pela proteção e por estar sempre presente em meu caminho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Programa de Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Francisco Affonso Ferreira, pela amizade, confiança, paciência e orientação.

Aos Professores Conselheiros Antônio Alberto da Silva, Lino Roberto Ferreira e Glauco Vieira Miranda, pelas sugestões, pelo auxílio na condução deste trabalho e, principalmente, pela grande amizade.

Aos Professores Tocio Sedyama, Valterley Soares Rocha e Silvério de Paiva Freitas, pelas críticas e sugestões valiosas.

Aos meus amigos Leandro Vargas, Sérgio de Oliveira Procópio, Luiz Henrique e Helena, pela inestimável ajuda e pelo grande companheirismo durante a condução deste trabalho.

Aos meus amigos Ubirajara, Cláudio, Vanessa, Eliane, Marcos Vinícius, Carlos Magno, José Roberto, Isabel, Luís Eduardo, Jamílton, Adriano, Aílton, Mássimo, Adelica e Prezzoti, pela agradável convivência durante minha permanência em Viçosa.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da UFV, pela constante colaboração.

Aos professores do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em especial a Maria do Carmo Vieira, Néstor Antonio Heredia Zárate e Nausira Noriko Namiuchi, pela colaboração e pelo incentivo na minha formação profissional.

À Claudilene, pelo amor e pela compreensão durante esta jornada.

A todos os meus familiares, por me apoiarem sempre em minhas decisões.

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

## **BIOGRAFIA**

JOÃO GILBERTO DE SIQUEIRA, filho de João Edonir de Siqueira e Ilza Maria de Siqueira, nasceu em Santa Bárbara do Sul, RS, em 3 de maio de 1973.

Em março de 1992, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados, MS, graduando-se em 1997.

Em março de 1997, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em março de 2001.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LIERATURA .....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3.1. Experimento 1 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja cultivada em casa de vegetação .	12
3.1.1. Características avaliadas .....	15
3.1.1.1. Toxicidade .....	15
3.1.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem .....	15
3.1.1.3. Número de vagens por planta e de sementes por vagem	16
3.1.1.4. Peso de 100 sementes e produção .....	17
3.1.2. Análise estatística .....	17
3.2. Experimento 2 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja em condições de campo .....	17
3.2.1. Características avaliadas .....	20
3.2.1.1. Toxicidade .....	20
3.2.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem .....	20
2.2.1.3. Peso de 100 sementes e produção .....	21

	Página
3.2.2. Análise estatística .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1. Experimento 1 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja cultivada em casa de vegetação .	22
4.1.1. Toxicidade .....	22
4.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem .....	23
4.1.3. Número de vagens por planta e sementes por vagem .....	27
4.1.4. Peso de 100 sementes e produção .....	29
4.2. Experimento 2 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja em condições de campo .....	31
4.2.1. Toxicidade .....	31
4.2.2. Altura final das plantas e inserção da primeira vagem .....	33
4.2.3. Peso de 100 sementes e produção .....	34
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

## RESUMO

SIQUEIRA, João Gilberto de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. **Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine max. (L.) Merrill*)**. Orientador: Francisco Affonso Ferreira. Conselheiros: Antonio Alberto da Silva, Lino Roberto Ferreira e Glauco Vieira Miranda.

A seletividade do flumioxazin foi avaliada nos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, em solo com três níveis de água, em casa de vegetação, e em CAC-1, em condições de campo. Em casa de vegetação, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2x3x4, sendo dois cultivares e três níveis de água no solo (75, 85 e 100 dag.kg<sup>-1</sup> da capacidade de campo) associados: **a)** testemunha, **b)** flumioxazin (25 g.ha<sup>-1</sup>), **c)** adjuvante {Iharaguen-s + TS 303 0,5 e 0,1 L.ha<sup>-1</sup> p.c (produto comercial), respectivamente} e **d)** flumioxazin (25 g.ha<sup>-1</sup>) + adjuvante (Iharaguen-s + TS 303 0,5 e 0,1 L.ha<sup>-1</sup> p.c., respectivamente). No campo, o delineamento usado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e tratamentos dispostos em parcelas subdivididas em faixas, onde os herbicidas foram os tratamentos principais, sendo os tratamentos secundários (capina e sem capina) distribuídos nas faixas ao longo do bloco. Os tratamentos com os herbicidas envolveram flumioxazin (15 e 25 g.ha<sup>-1</sup>) combinado com Iharaguen-s (500 mL.ha<sup>-1</sup> p.c.), TS 303 (50, 100 e 150 mL.ha<sup>-1</sup> p.c), chlorimuron-ethyl

(12,5 g.ha<sup>-1</sup>) e fomesafen (200 g.ha<sup>-1</sup>). A toxicidade do flumioxazin à cultura da soja não foi influenciada pelos níveis de água do solo; a adição de adjuvante à calda aumentou em 45% a toxicidade do flumioxazin em relação ao produto puro, reduzindo a altura das plantas do cultivar Doko RC em média 27% em relação à testemunha, o que não ocorreu com o UFV-16. A elevação da umidade no solo proporcionou aumento na altura das plantas do cultivar UFV-16. A produção de grãos foi reduzida em média 14% em relação à testemunha e apresentou o maior peso de 100 sementes (14,16 g) quando o flumioxazin foi aplicado juntamente com o adjuvante, não sendo estas influenciadas pelos níveis de água no solo. Em condições de campo, o flumioxazin nas doses de 15 e 25 g.ha<sup>-1</sup>, misturado com Iharaguen-s, causou toxicidade em torno de 50% à soja CAC-1; o TS 303 adicionado à calda reduziu a toxicidade em 10% com a menor dose do flumioxazin. Esses resultados permitem concluir que o flumioxazin, quando aplicado isoladamente, é seletivo nos cultivares de soja avaliados, não sendo tal seletividade influenciada pelos níveis de água no solo. A adição do adjuvante à calda reduziu a produção de grãos em condições de casa de vegetação. No campo, o cultivar CAC-1 recuperou-se completamente da toxicidade inicial, atingindo produções semelhantes à da testemunha capinada.

## ABSTRACT

SIQUEIRA, João Gilberto de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2001. **Selectivity of post-emergence applied flumioxazin in soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill) crop.** Advisor: Francisco Affonso Ferreira. Committee Members: Antonio Alberto da Silva, Lino Roberto Ferreira and Glauco Vieira Miranda.

The selectivity of flumioxazin was evaluated in the soybean cultivars UFV-16 and Doko RC, in greenhouse and three levels of soil water, and in CAC-1 in the field. The experimental design in the greenhouse was entirely randomized, with treatments distributed in factorial arrangement 2x3x4, with the association of two cultivars and three levels of soil water (75, 85 and 100 dag.kg<sup>-1</sup> of the field capacity): **a)** control, **b)** flumioxazin (25g.ha<sup>-1</sup>), **c)** adjuvant {Ihraguen-s + TS 303 0.5 and 0.1 l.ha<sup>-1</sup> c.p. (commercial product), respectively} and **d)** flumioxazin 25 g.ha<sup>-1</sup> + adjuvant (Ihraguen-s + TS 303 0.5 and 0.1 l.ha<sup>-1</sup> c.p., respectively). The experimental design in the field was randomized blocks with four repetitions and the treatments distributed in split-plots within strips, in which the herbicides were the main treatments, and the secondary treatments (with and without weeding) were distributed in the strips along the block. The treatments with herbicide consisted of flumioxazin (15 and 25 g.ha<sup>-1</sup>) combined with Ihraguen-s (500 ml.ha<sup>-1</sup> c.p.), TS 303 (50, 100 and 150 ml.ha<sup>-1</sup> c.p.), chlorimuron-ethyl (12.5 g.ha<sup>-1</sup>) and fomesafen (200 g.ha<sup>-1</sup>). Flumioxazin toxicity

to the soybean crop was not influenced by the levels of soil water; addition of adjuvant to the aqueous solution increased flumioxazin toxicity in 45% compared to pure product, decreasing plant height of cultivar Doko RC in average 27% compared to control, what did not happened to UFV-16. Plant height of cultivar UFV-16 increased with soil moisture increase. Grain yield was reduced 14% on average compared to the control, and gave the largest 100-seed weight (14.16 g) when Flumioxazin was applied together with the adjuvant, both not being influenced by the levels of water in the soil. In field conditions, 15 and 25 g.ha<sup>-1</sup> doses of flumioxazin, mixed with Iharaguen-s, caused approximately 50% of toxicity to soybean CAC-1; TS 303 added to the aqueous solution with 15 g.ha<sup>-1</sup> of flumioxazin caused reduction of 10% in toxicity. The results obtained permit the following conclusions; flumioxazin applied separately is selective in the assayed soybean cultivars, and such selectivity is not influenced by the levels of soil water; addition of adjuvant to the aqueous solution reduced grain yield in the greenhouse conditions; cultivar CAC-1, in the field, had a complete recovery from the initial toxicity, reaching yields similar to the weeded control.

## 1. INTRODUÇÃO

Com área aproximada de 13,6 milhões de hectares, que correspondem a aproximadamente 36% da área cultivada com grãos no Brasil, segundo a projeção da CONAB (2001) para a safra 2000/01, a soja é a cultura mais importante do país, abrangendo cerca de 30% do mercado total de produtos para proteção de plantas, estimado em US\$2,1 bilhões; desse total, 56% é representado por herbicidas (ANDEF, 1998).

O fator mais importante que determina a eficiência biológica do herbicida é sua capacidade de penetração e translocação até o sítio de atuação nas plantas. A principal barreira encontrada para os herbicidas aplicados em pós-emergência é a cutícula, com caráter lipofílico e hidrofílico variável de acordo com cada genótipo; sua espessura varia de 0,1 a 10  $\mu\text{m}$ . Condições ambientais de estresse alteram o caráter hidrofílico/lipofílico da cutícula, e essas mudanças influenciam a absorção de herbicidas aplicados em pós-emergência. De acordo com HESS (1985), a umidade do solo, a umidade relativa do ar, a temperatura e a intensidade luminosa são os fatores que mais influenciam a camada cuticular.

A cutícula possui uma parte hidrofílica (polar) e uma parte lipofílica (apolar), e a proporção em que cada parte é encontrada vai determinar o balanço hidrofílico/lipofílico (BHL). Essa característica da cutícula pode determinar a quantidade e velocidade da absorção. Comercialmente, muitos herbicidas são formulados com aditivos químicos ou adjuvantes. Para

KISSMANN (1997), qualquer substância ou composto sem propriedades fitossanitárias – exceto a água, que é acrescida na preparação do defensivo agrícola para facilitar a aplicação – que aumentar a eficiência é classificada como adjuvante.

O modo de ação dos adjuvantes, que aumentam a penetração dos herbicidas, geralmente não é muito bem entendido, devido às complexas interações entre plantas, herbicidas e adjuvantes e à dificuldade na rápida avaliação da penetração dos herbicidas nos tecidos das plantas. A princípio, adiciona-se adjuvante à solução a ser pulverizada sobre as plantas, no intuito de melhorar a eficiência do herbicida, permitindo, muitas vezes, a redução da dose recomendada; mas, da mesma forma que esses adjuvantes auxiliam a penetração dos herbicidas, eles também podem apresentar aumento da toxicidade sobre a cultura.

Muitos fatores influem na penetração e translocação dos herbicidas aplicados em pós-emergência; dentre estes, destaque para o estresse hídrico, seja ele por deficiência, seja por excesso de água, causando distúrbios às plantas, como mudanças na síntese dos componentes da cutícula, bem como sua quantidade e espessura.

O herbicida flumioxazin é registrado para uso em pré-emergência na cultura da soja. Porém, em alguns trabalhos tem-se demonstrado boa eficiência no controle de plantas daninhas quando esse herbicida é aplicado em pós-emergência, embora existam muitas observações contraditórias quanto à sua seletividade na cultura da soja, principalmente quando se utiliza adjuvante na calda.

Considerando a possibilidade da aplicação do flumioxazin em pós-emergência e a divergência de resultados quando a aplicação é feita com adjuvante, este trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade do flumioxazin nos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, cultivados em solo com diferentes condições hídricas, em casa de vegetação, e no cultivar CAC-1 em condições de campo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A eficiência do herbicida aplicado em pós-emergência está relacionada com a capacidade de ele ser absorvido pela planta e translocado até o local de atuação, mesmo de herbicidas que possuem ação de contato. O processo de absorção foliar é influenciado por muitos fatores, como características anatômicas e fisiológicas da planta, condições ambientais e características do próprio herbicida, além das condições da calda.

A absorção é dependente das características hidrofílicas e lipofílicas tanto do herbicida quanto da cutícula, sendo esta última considerada a principal barreira à penetração do herbicida. Conforme HESS (1995a), vários fatores podem influenciar a absorção foliar de herbicidas, como:

- a) A tensão superficial da solução - que é observada pelo ângulo de contato formado entre a calda e a superfície cuticular; quanto maior o ângulo, maior a tensão superficial.
- b) Molhabilidade - que é inerente à superfície foliar; ela pode ser influenciada pela cerosidade e estrutura física características da cutícula e pela pilosidade (número de tricomas) da superfície foliar.
- c) A orientação da folha em relação à pulverização.
- d) Intervalo entre a aplicação e a ocorrência de chuva.

Quando um herbicida atinge a superfície foliar, segundo HESS (1995a), parte dele pode:

1. Ser volatilizado e se perder na atmosfera ou ser lavado pela água da chuva.

2. Permanecer sobre a superfície foliar na forma de um líquido viscoso ou se cristalizar.
3. Penetrar e ficar retido por componentes lipofílicos da cutícula.
4. Penetrar a cutícula, entrar nos intervalos celulares e se translocar apoplasticamente até atingir o xilema.
5. Penetrar a cutícula, entrar nos intervalos celulares e mover-se para dentro das células vivas, através da plasmalema, translocando-se simplásticamente.

A cutícula, pela sua formação, naturalmente possui características lipofílicas, sendo constituída de cutina, cera epicuticular, ceras internas (formações cerosas que ficam impregnadas na cutina) e pectina; sua espessura varia de 0,1 a 10  $\mu\text{m}$ .

Embora a cutícula apresente natureza lipofílica mais acentuada, também apresenta características hidrofílicas. Considerando a constituição da cutícula, a cutina é composta primeiramente por polímeros de ácidos graxos hidrolisados, possuindo grupos carboxílicos e hidroxílicos que influenciam o balanço hidrofílico/lipofílico (BHL). A cera interna e a epicuticular são constituídas em primeiro plano por longas cadeias de alcanos, porém uma pequena porcentagem (10 a 20%) corresponde a outras substâncias, como álcoois, aldeídos, ácidos graxos e cetonas; essas cadeias cerosas apresentam, em média, 17 a 35 carbonos. A cera que está presente na superfície das folhas pode ser encontrada em duas formas: cristalina e amorfa, podendo esta última apresentar formas consistente ou líquida (HESS, 1995a).

O caráter hidrofílico/lipofílico dos herbicidas é importante para compreensão do processo de absorção através da cutícula. O balanço hidrofílico/lipofílico é medido pela determinação do coeficiente de partição octanol/água ( $K_{ow}$ ). Herbicidas lipofílicos possuem valores de  $K_{ow}$  altos e herbicidas hidrofílicos, baixos. Esses valores são expressos por  $\log K_{ow}$ , e a maioria dos herbicidas possui valores entre -5 e +5 (HESS, 1995a).

Herbicidas lipofílicos são capazes de atravessar diretamente a barreira cuticular por simples difusão, pela predominância dos componentes lipofílicos. A quantidade de herbicida que se movimenta através da cutícula é dependente das propriedades de transporte (solubilidade ou permanência no interior da cutícula) e da força de difusão (gradiente de concentração). Essa difusão dos

herbicidas lipofílicos ocorre primeiramente em ceras que estão em seu estado amorfo e nos locais onde a cutícula se apresenta menos espessa, como na base dos pêlos.

Formulações de herbicidas solúveis em água também podem ser absorvidas pelas plantas através da cutícula por simples difusão; porém, devido à baixa afinidade com a cutícula, esse movimento é significativamente menor do que o dos herbicidas de caráter lipofílico. Essa reduzida permeabilidade resulta em redução no total de herbicida absorvido pela planta, o que leva a considerar a cera epicuticular como principal barreira à absorção de herbicidas solúveis em água.

O BHL refere-se a valores que servem para classificar o adjuvante como emulsificante, detergente, molhante ou solubilizador. Segundo WHORTER (1985), o sistema BHL foi originalmente introduzido por Griffin por volta de 1940, para auxiliar na seleção de emulsificantes. Adjuvantes não-iônicos são classificados por números, na escala de 1 a 20; entretanto, adjuvantes iônicos podem apresentar valores acima de 40. Os números de BHL refletem o balanço hidrofílico/lipofílico dos grupos polar e não-polar e são usados como uma maneira prática para determinar a compatibilidade entre as fases e na mistura de adjuvantes, selecionando-se componentes com o mesmo número de BHL para formar a emulsão.

Nos últimos anos, têm-se usado os adjuvantes ativadores para aumentar a atividade dos herbicidas. De acordo com KISSMANN (1997), a afinidade relativa pode se expressar pela fórmula BHL, que representa o resultado da equação

$$\text{BHL} = 20 \text{ MH} / (\text{MH} - \text{ML})$$

em que

**MH** = peso molecular do  
segmento hidrofílico; e

**ML** = peso molecular do  
segmento lipofílico.

Adjuvantes usados como ativadores usualmente contêm de 50 a 90% de ingrediente ativo, com valores do BHL de 10 a 13 e comumente aplicados como dessecantes e desfolhantes (WHORTER, 1985).

Fatores do ambiente influenciam o desempenho dos herbicidas. Umidade relativa do ar, temperatura, radiação solar, chuva e condições de solo exercem grande influência no desempenho de herbicidas aplicados em pós-emergência. Quando um ou mais desses fatores são desfavoráveis, o controle das plantas daninhas poderá ser prejudicado pela redução da eficiência dos herbicidas. Estes não devem ser aplicados em pós-emergência em plantas crescendo sob déficit hídrico prolongado, nas horas de calor intenso e com umidade relativa inferior a 60%, quando houver possibilidade de chuva logo após a aplicação ou se a cultura estiver em precárias condições vegetativas e fitossanitárias ou, ainda, coberta por muito orvalho (DEVINE et al., 1985; TAYLOR, 1985; HAMMERTON, 1967).

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos. A disponibilidade de água no solo é importante, principalmente em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração/enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação (EMBRAPA, 1999).

Condições de alta umidade relativa do ar favorecem a abertura dos estômatos, prolongam o tempo de evaporação e secagem da gota pulverizada e influenciam o grau de hidratação da cutícula. A hidratação da pectina pode proporcionar a formação de aberturas na cutina e plaquetas de cera, devido à pressão que exercerá a partir da base da cutícula após sua expansão, tornando mais funcional a rota hidrofílica de penetração de solutos pela cutícula. A temperatura também influencia a taxa de penetração na cutícula, por causa da alteração no seu estado físico, como viscosidade das suas moléculas graxas, além do efeito sobre o metabolismo celular (DURIGAN, 1993).

De acordo com SALINAS et al. (1996), o estresse hídrico é um dos fatores mais limitantes e imprevisíveis da produção mundial de soja, influenciando o crescimento das plantas e reduzindo a floração e a frutificação, bem como o número e tamanho das sementes, o que resultará na queda da produção. A resposta a esses fatores adversos varia entre cultivares, podendo

estes estar ligados a fatores genéticos. Entretanto, pequena mudança no potencial de água no solo ou mudança na taxa de perda de água a partir da superfície foliar pode causar inibição do crescimento. HESS (1985) mencionou que estresse hídrico prolongado pode induzir a planta ao desenvolvimento de cutícula mais espessa, para diminuir a evapotranspiração. XIE et al. (1996) relataram que o estresse hídrico influencia a absorção e translocação de fenoxaprop-ethyl por *Avena fatua*; em condições de seca, a toxicidade sobre a cultura foi menor.

A resposta celular ao déficit hídrico induz a inibição do crescimento, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e do órgão ou tecido examinado. Em plântulas de soja, o crescimento radicular é menos sensível à diminuição do potencial hídrico do que o crescimento da parte aérea; esse aumento na razão raiz/parte aérea é comumente observado em plantas expostas a déficits hídricos prolongados. A diferença na inibição do crescimento pode ser devido ao fato de que o sistema radicular é menos sensível ao ácido abscísico (ABA) do que a parte aérea. Portanto, o ABA é requerido para o contínuo crescimento do sistema radicular em condições de limitação hídrica, em razão de o ABA induzir a acumulação de prolina nas raízes. Esse acúmulo de prolina mantém o turgor das raízes e promove o crescimento em condições de baixo potencial de água no solo (MULLET e WHITSITT, 1997).

Deficiências hídricas moderadas que causem a redução do turgor, ou perdas de 10 a 15% do conteúdo de água nas plantas, resultam em grandes mudanças no crescimento e na redução do metabolismo, caso essas condições persistam por muito tempo. Plântulas de soja desidratadas, com perda maior que 30% do conteúdo de água, apresentam redução em sua sobrevivência (MULLET e WHITSITT, 1997). De acordo com LARCHER (1995), um moderado déficit hídrico é suficiente para ativar a síntese de ácido abscísico (ABA) nas raízes, o qual é transportado para diferentes partes da planta, apresentando os mais variados efeitos; nas folhas, começa com o fechamento dos estômatos. A produção de hormônios, tanto pelo sistema radicular como pela parte aérea, em resposta ao déficit hídrico causa alterações na locação de assimilados: a relação parte aérea/sistema radicular é

alterada, ocorre mudança de características morfogênicas e a regulação do processo reprodutivo tem início precocemente.

SALINAS et al. (1989), estudando o efeito de quatro níveis de umidade gravimétrica no solo (10, 20, 30 e 40%) sobre o rendimento e a qualidade das sementes de soja, concluíram que tanto o déficit como o excesso de umidade no solo reduziram o número de vagens e de sementes por planta, bem como o tamanho destas. Observaram, também, aumento na abscisão das estruturas reprodutivas e alteração nos teores de aminoácidos e proteínas solúveis, amido e carboidratos solúveis. SANTOS et al. (1989), usando os mesmos níveis de água anteriores, avaliaram a resistência estomática e a taxa de transpiração nas folhas de soja nos estádios  $R_2$  e  $R_3$  durante oito dias. Houve diminuição no fluxo de água e aumento na resistência estomática quando as plantas de soja estavam com deficiência hídrica, e a taxa de transpiração diminuiu, independentemente do cultivar. Tanto o nível baixo como o nível alto de umidade no solo causaram redução na produção de sementes, porém os efeitos mais marcantes se deram no nível baixo.

Adjuvante é qualquer substância adicionada em soluções de herbicidas para intensificar ou modificar o desempenho da solução; quando adicionada à formulação ou calda de aspersão, esta substância aumenta a atividade herbicida e melhora as condições de aplicação (DURIGAN, 1993). Isso ocorre com os mais diferentes tipos de herbicidas em condições ambientais variáveis, permitindo aumento no nível de controle das plantas daninhas de 10 a 50%. Essa mudança na atuação do herbicida causada pelo adjuvante ocorre pela combinação das propriedades polares e apolares nas moléculas, facilitando a compatibilidade entre a fase hidrofílica e a fase lipofílica e aumentando a atividade do herbicida (WHORTER, 1985). Dentre os adjuvantes, destacam-se os surfactantes, que são substâncias químicas que produzem alterações nas superfícies dos líquidos, aumentando as características umificantes das gotículas aspergidas. Os surfactantes podem reduzir a tensão superficial e, em consequência, melhorar a cobertura das folhas pelos herbicidas; remover a camada de ar que permanece entre o líquido aspergido e a superfície da folha; e solubilizar parte das substâncias apolares da planta, como cutícula cerosa ou porções lipídicas das células-guarda e membranas plasmáticas. Todos esses fatores contribuem para aumentar a disponibilidade do herbicida no local de

ação, o que pode resultar em rápida penetração e aumento da toxicidade (CHOW, 1984; WHORTER, 1985). A maior absorção do herbicida, em virtude da adição do adjuvante, pode permitir redução nas doses recomendadas, o que tem relação direta com o custo de produção, uma vez que a utilização das doses normais recomendadas pode proporcionar sintomas mais acentuados de intoxicação e diminuição na seletividade de certos herbicidas.

Óleos usados como adjuvantes mais comuns são os óleos minerais, que são constituídos de hidrocarbonetos, cujas moléculas se apresentam nas seguintes formas básicas: parafínica, naftênica, olefínica e aromática. Os óleos aromáticos são considerados os mais tóxicos, seguidos dos olefínicos e dos naftênicos; já os óleos parafínicos são mais tolerados pelas plantas (DURIGAN, 1993).

GAUVRIT e CABANNE (1993) relataram que a fitotoxicidade causada pelo uso de óleos como adjuvantes é determinada por inúmeros fatores, como baixa volatilidade e compostos insaturados e aromáticos de ácidos. Aparentemente, a insaturação é a maior responsável pela toxicidade. Plantas de ervilha, alface, espinafre e cebola apresentaram a seguinte ordem de toxicidade: aromáticos > naftênicos > olefínicos > parafínicos. Já em *Citrus aurantium* L. a ordem foi: aromáticos > olefínicos > naftênicos > parafínicos.

A atividade e a seletividade de um herbicida aplicado em pós-emergência são influenciadas pela eficiência na retenção, penetração na cutícula e sua translocação até o sítio de ação (KIRKWOOD, 1993).

O herbicida flumioxazin {7-fluoro-6-[(3,4,5,6-tetraidro) ftalimida]-4-(2-propinil)-1,4-benzoxazino-3-(2H)-ona} (Figura 1) pertence ao grupo químico N-ftalamidas, sendo inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PPO), possuindo ação sobre a rota de síntese da clorofila, especialmente acumulando porfirinas (WSSA, 2001). Apresenta baixa solubilidade em água (0,6 a 1,2 mg.L<sup>-1</sup> a 20 °C), sendo formulado na forma de pó-molhável, contendo 500 gramas do princípio ativo por quilo do produto comercial (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998). Esse herbicida é fortemente sorvido pelos colóides do solo e apresenta pequena taxa de lixiviação e curto efeito residual (OLIVEIRA, 1995).

Em plantas pulverizadas com flumioxazin, a protoporfirina IX é acumulada fora dos plastídios, interagindo com o oxigênio e a luz, formando oxigênio singlete (HESS, 1995b; DEFELICE, 2000).

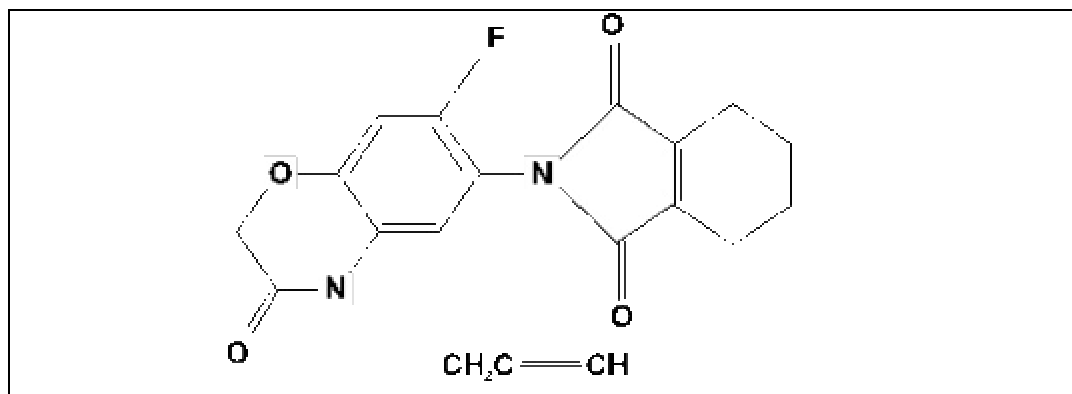


Figura 1 – Fórmula estrutural do herbicida flumioxazin.

Os herbicidas inibidores da protoporfirino oxidase (PPO), quando aplicados em pós-emergência, apresentam como sintomas uma clorose e posteriormente uma necrose um a três dias após. Quando aplicados em pré-emergência, o tecido da planta sensível é danificado por contato com o herbicida, no momento em que a plântula emerge (DEFELICE, 2000).

De acordo com COSTA et al. (1997), a aplicação do flumioxazin isoladamente ou com o adjuvante Assist na calda em pós-emergência na cultura da soja, cultivar UFV-16, causou severa toxicidade. A cultura apresentou recuperação completa 35 dias após o tratamento, quando o flumioxazin foi aplicado isoladamente e não se observou recuperação das plantas de soja em doses maiores ( $10 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), quando aplicado junto com o adjuvante Assist. Essa toxicidade também foi observada por CARVALHO et al. (1999a) sobre o cultivar CAC-1 e por CARVALHO et al. (1999b) sobre Doko RC, em que as maiores doses de flumioxazin foram de 40 e  $50 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente, ambos relatando, porém, leve toxicidade à cultura, sem comprometer sua produtividade.

MELHORANÇA e SOUZA (1997) relataram que o herbicida flumioxazin em pós-emergência, nas doses de 40, 50, 60 e  $70 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ , sobre a cultura da soja, cultivar FT-Estrela, apresentou excelente controle de *Bidens pilosa*, *Sida latifolia* e *Sida rhombifolia*, sendo seletivo nessa oleaginosa.

Segundo KADOTA (1994), o TS 303 é um brassinosteróide isolado primeiramente do pólen de *Brassica napus* em 1979, atuando como excelente regulador de crescimento, possuindo ação sinérgica com o fitohormônio ácido abscísico (ABA) e tendo como alguns de seus efeitos: (1) promoção e estabilização da polinização e formação de sementes e fruto, (2) promoção e estabilização do crescimento em condições adversas e (3) prevenção de injúrias decorrente da baixa temperatura. Em geral, a concentração de brassinosteróides empregada situa-se entre 1 e 100 ppm, podendo ser aplicados juntamente com adjuvantes ou outros reguladores de crescimento, além de misturados a fertilizantes, herbicidas ou inseticidas (ZULLO, 1999).

RANGEL et al. (1997), estudando a eficiência de flumioxazin aplicado isoladamente nas doses de 15 e 25 g.ha<sup>-1</sup> e em mistura com o TS 303 e os herbicidas imazethapyr e lactofen na cultura da soja, cultivar Cristalina, relataram que a toxicidade foi significativa nos tratamentos com maiores doses de flumioxazin (25 g.ha<sup>-1</sup>), aplicado isoladamente e em mistura com o TS 303.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram conduzidos dois ensaios, visando avaliar a seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja, sendo um em condições de casa de vegetação e outro no campo, na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, MG, durante a safra 97/98.

#### **3.1. Experimento 1 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja cultivada em casa de vegetação**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, no "Campus" da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. As análises das características químicas e físicas, a classificação textural e a umidade residual do solo utilizado no experimento foram determinadas pelo Laboratório de Física e Química do Solo do Departamento de Solos da UFV; os resultados encontram-se no Quadro 1. Durante a condução dos experimentos, as temperaturas máxima e mínima em média foram de 40 e 22,3 °C, respectivamente.

O solo utilizado (Podzólico Câmbico fase terraço) foi coletado na camada superficial de 0-20 cm de profundidade. O material foi secado ao ar e

passado em peneira com malhas de 4 mm, sendo, após isso, misturado a fertilizantes e colocados em vasos revestidos com filme plástico.

Quadro 1 – Resultados médios das análises química e física da classificação textural e da umidade residual de amostras do solo utilizado no experimento em casa de vegetação

V	pH m H <sub>2</sub> O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
		--mg.dm <sup>-3</sup> --		----- cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			Efetiva Total		
--	-dag.kg <sup>-1</sup> -								
67,8	5,5 2,6	9,0	123	0,1	2,4	1,0	1,8	3,78	3,88
		Análise granulométrica				Classificação			
Umidade						textural			
residual		----- dag.kg <sup>-1</sup> -----				-----			
	-dag.kg <sup>-1</sup> ---	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argiloso			
2,87		16	9	18	57				
P e K	: extrator Mehlich 1.								
Al, Ca e Mg	: extrator KCl – 1 mol/L.								
H+Al	: extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.								

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos (Quadro 2) arranjados num esquema fatorial 2x3x4, em que o primeiro fator correspondia às variedades de soja; o segundo, aos níveis de umidade do solo; e o terceiro, ao herbicida e, ou, adjuvante e respectiva mistura.

A soja UFV-16 ('Capinópolis') e a Doko RC, que apresentam ciclos aproximados de 116 e 140 dias, respectivamente, foram cultivadas, mantendo-se três plantas por vaso após o desbaste.

No período compreendido da emergência (08/11/1997) até 30 dias, os níveis de umidade no solo foram mantidos aproximadamente em 75, 85 e 100 dag.kg<sup>-1</sup> da capacidade de campo. Para determinação da umidade, baseou-se na curva característica de umidade do solo, determinada pelo Laboratório de

Física e Química do Solo do Departamento de Solos da UFV (Figura 2), que apresentou os valores de 31,75 e 22,88%, nas pressões de -30 e -1.500 Kpa, respectivamente.

Os tratamentos: a) testemunha, b) flumioxazin (25 g.ha<sup>-1</sup>), c) adjuvante {Iharaguen-s (500 mL.ha<sup>-1</sup>) + TS 303 (100 mL.ha<sup>-1</sup>)} e d) flumioxazin (25 g.ha<sup>-1</sup>) + adjuvante {Iharaguen-s (500 mL.ha<sup>-1</sup>) + TS 303 (100 mL.ha<sup>-1</sup>)} foram combinados com os fatores cultivares (UFV-16 e Doko RC) e nível de umidade do solo (75, 85 e 100 dag.kg<sup>-1</sup> da capacidade de campo), totalizando 24 tratamentos (Quadro 2).

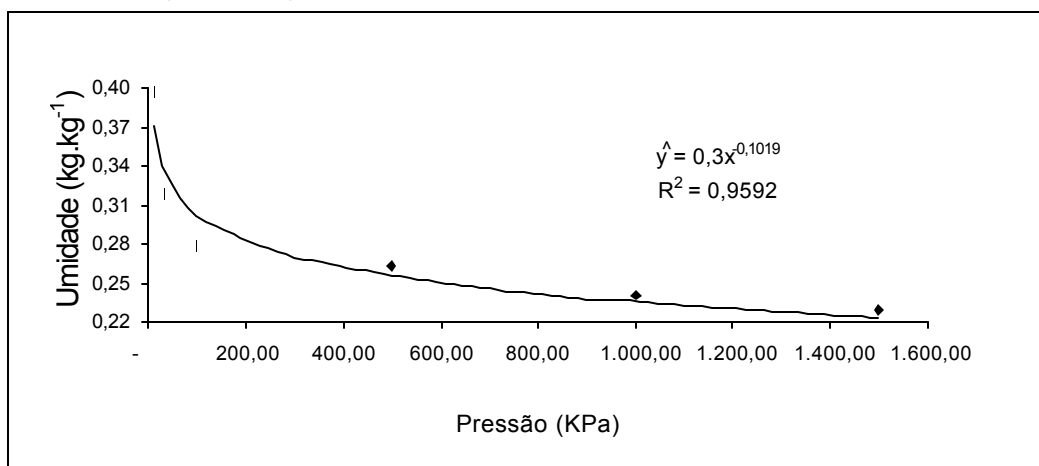


Figura 2 – Curva característica de umidade do solo no ensaio em casa de vegetação.

Quadro 2 – Doses de flumioxazin (g i.a.) e Iharaguen-s (mL p.c.)+TS 303 (mL p.c.) aplicadas em dois cultivares de soja mantidos em três níveis de água no solo, em casa de vegetação

Cultivares	Níveis de Água no Solo (dag.kg <sup>-1</sup> )	Doses.ha <sup>-1</sup>		
		Flumioxazin*	Iharaguen-s**	TS 303
UFV-16 'Capinópolis'	75	-	-	-
UFV-16 'Capinópolis'	75	25	-	-
UFV-16 'Capinópolis'	75	-	500	100
UFV-16 'Capinópolis'	75	25	500	100

UFV-16	85	-	-	-
'Capinópolis'				
UFV-16	85	25	-	-
'Capinópolis'				
UFV-16	85	-	500	100
'Capinópolis'				
UFV-16	85	25	500	100
'Capinópolis'				
UFV-16	100	-	-	-
'Capinópolis'				
UFV-16	100	25	-	-
'Capinópolis'				
UFV-16	100	-	500	100
'Capinópolis'				
UFV-16	100	25	500	100
'Capinópolis'				
Doko RC	75	-	-	-
Doko RC	75	25	-	-
Doko RC	75	-	500	100
Doko RC	75	25	500	100
Doko RC	85	-	-	-
Doko RC	85	25	-	-
Doko RC	85	-	500	100
Doko RC	85	25	500	100
Doko RC	100	-	-	-
Doko RC	100	25	-	-
Doko RC	100	-	500	100
Doko RC	100	25	500	100

\* Flumioxazin (Sumisoya 500 g.kg<sup>-1</sup>) e \*\* Iharaguen-s (polioxietileno alquilfenol éter 200 g.L<sup>-1</sup>).

Os vasos foram preenchidos, de maneira uniforme, com 5,5 kg de solo, previamente adubados com 20 g/vaso da fórmula 4-14-18 (NPK), sendo a semeadura realizada a 1,5 cm de profundidade, colocando-se oito sementes por vaso. Em todos os vasos, o solo foi mantido com nível médio de umidade (equivalente a 85 dag.kg<sup>-1</sup> da capacidade de campo), desde a semeadura até cinco dias após a emergência. O desbaste foi efetuado em seguida, deixando-se três plantas uniformes por vaso, dando início à irrigação diferenciada. A irrigação foi controlada, seguindo-se a metodologia utilizada por SILVA (1989), por meio de pesagens diárias até 21 dias após a aplicação do herbicida, com irrigações quando necessário, visando manter a umidade do solo correspondente à do tratamento. Essas condições hídricas foram mantidas somente até os 21 dias após a aplicação do herbicida.

Os tratamentos com flumioxazin isoladamente e em mistura com adjuvante (Iharagen-s+TS 303) foram aplicados 15 dias após a emergência da

cultura, com pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, equipado com bicos Teejet 110.03. Durante as aplicações, manteve-se a pressão constante em 3,0 kgf.cm<sup>-2</sup>, aplicando um volume de calda equivalente a 200 L.ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram iniciadas às 7 h, com a umidade relativa e a temperatura do ar em 94% e 20 °C, respectivamente. Quando foram aplicados os tratamentos, as plantas de soja estavam no estágio V3 (estádio vegetativo 3) (SEDIYAMA et al., 1996).

### 3.1.1. Características avaliadas

#### 3.1.1.1. Toxicidade

A toxicidade dos tratamentos às plantas de soja foi avaliada aos 7, 14 e 21 DAA (dias após a aplicação), considerando-se ausência de toxicidade (0%) e morte da planta (100%) (Quadro 3) (PEREIRA e BAZONI, 1995).

#### 3.1.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem

No momento da colheita, foram avaliadas a altura das plantas e a da inserção da primeira vagem, levando-se em conta a média das três plantas da Quadro 3 – Escala de avaliação visual usada para determinar a eficiência do controle de plantas daninhas e o grau de toxicidade dos tratamentos à cultura\*

Eficiência de Controle	Nota (%)	Toxicidade	Observação
Excelente	100	Destruição completa ou quase da cultura. Redução drástica de estande	↓
	90		Não-recuperável
Boa	80		
Aceitável	70	Pesada, com redução de estande	
Moderada	60	Forte, não recuperável, mas sem redução do estande	↑
	50		
Deficiente	40	Moderada, recuperável	↓
	30		
Fraca	20	Aceitável, sem prejuízo à cultura	
			Recuperável
Muito fraca	10	Descoloração ou retardamento no crescimento	

Inexpressiva a nula	0	Ligeira descoloração ou retardamento no crescimento	↑
---------------------	---	---	---

\* No campo, a eficiência é considerada satisfatória a partir de 80% de controle das ervas e toxicidade severa, a partir de 60%, provocando a não-recuperação da cultura.

FONTE: ASOCIACIÓN... - ALAM (1974).

parcela. Com relação à altura das plantas, considerou-se a distância da superfície do solo até o ápice da haste principal, e, quanto à altura da inserção da primeira vagem, foi considerada a distância da superfície do solo até o primeiro nó que continha a vagem.

### **3.1.1.3. Número de vagens por planta e de sementes por vagem**

O número de vagens por planta foi determinado, dividindo-se o número total de vagens pelo número de plantas colhidas por parcela (vaso).

O número médio de sementes por vagem foi obtido por meio da debulha manual das vagens e pela contagem do número total de sementes produzidas na parcela, sendo esse valor dividido pelo número de vagens produzidas na parcela.

### **3.1.1.4. Peso de 100 sementes e produção**

Tanto o peso total da produção como o de 100 sementes foram determinados em balança eletrônica com precisão de cinco miligramas, sendo o peso inicial corrigido para 13% de umidade. A umidade das sementes, no momento das pesagens, foi avaliada pela secagem em estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas, segundo as prescrições das regras para análise de sementes (BRASIL, 1992), de duas amostras de aproximadamente 10 g por parcela. Os resultados (média das duas amostras) foram expressos em porcentagem da base úmida.

### 3.1.2. Análise estatística

Todas as características avaliadas foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste F, sendo suas médias submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, com exceção da variável toxicidade, que foi comparada por meio de análise descritiva. Na análise de variância referente ao número de vagens por planta, os dados foram transformados em raiz quadrada de  $(x+0,5)$ . Para apresentação dos dados, estes foram destransformados.

### 3.2. Experimento 2 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja em condições de campo

O experimento foi instalado no campo com o cultivar CAC-1, na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. As características químicas e físicas de amostras do solo foram determinadas no Laboratório de Física e Química do Solo do Departamento de Solos da UFV (Quadro 4), sendo os dados climáticos (precipitação, umidade relativa do ar, temperatura mínima, temperatura máxima e insolação) observados durante a realização do experimento (Figuras 3 e 4).

Quadro 4 – Resultados médios das análises química e física e classificação textural de amostras do solo utilizado no experimento de campo em Coimbra

V	pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	
	m H <sub>2</sub> O	--mg.dm <sup>-3</sup> --		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>				Efetiva		Total
	5,4	14,6	74	0,0	2,3	0,7	2,6	3,19	3,19	5,79
	55,1	0,0								

Análise granulométrica

Classificação

textural

----- dag.kg<sup>-1</sup> -----

Areia grossa arenoso	Areia fina	Silte	Argila	Argilo-
36	15	5	48	

P e K : extrator Mehlich 1.

Al, Ca e Mg : extrator KCl – 1 mol/L.

H+Al : extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.

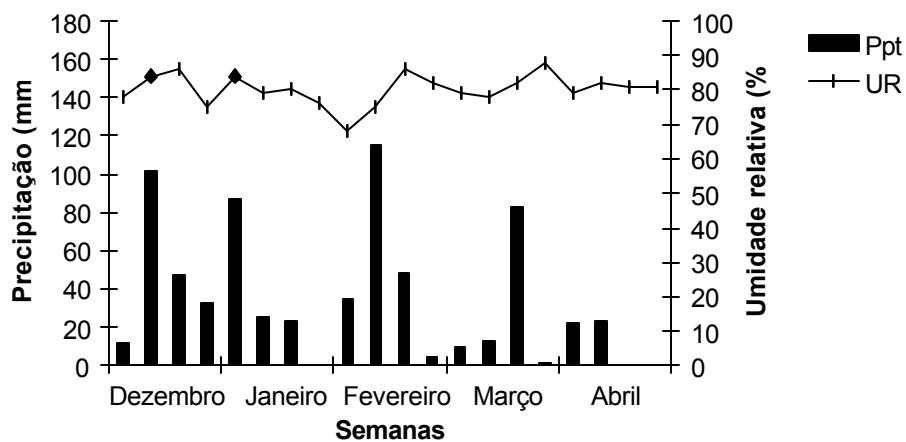


Figura 3 – Precipitações semanais (Ppt) em Coimbra, MG, e médias da umidade relativa (UR) do ar por semana em Viçosa, MG, no período de dezembro de 1997 a abril de 1998.

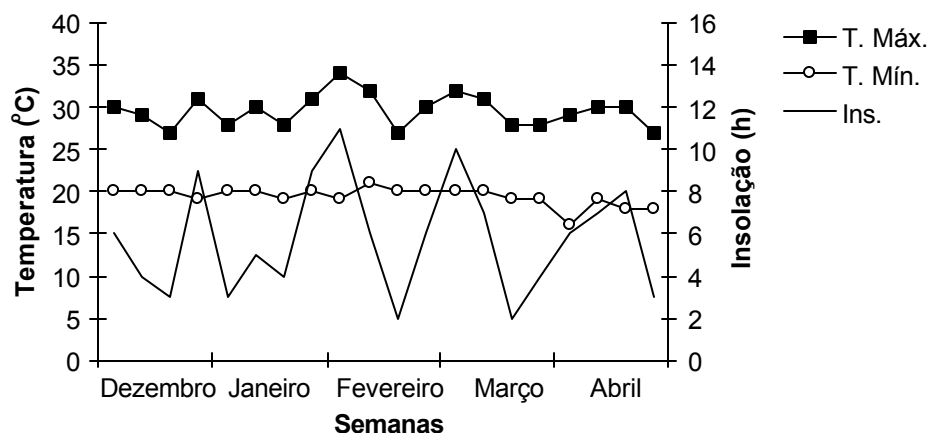


Figura 4 – Médias semanais de temperatura máxima (T. Máx.), temperatura mínima (T. Mín.) e insolação (Ins.), no período de dezembro de 1997 a abril de 1998. Viçosa, MG.

O preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens, para uniformizar a área e permitir a semeadura mecanizada, juntamente com a adubação com  $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  da fórmula 4-14-8.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas em faixas, onde o herbicida foi o tratamento principal aplicado em toda a parcela e os tratamentos secundários (capina e sem capina) foram distribuídos nas faixas ao longo do bloco.

Cada parcela foi constituída de oito fileiras da cultura, com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. As duas fileiras laterais e 0,5 m das extremidades das fileiras centrais foram considerados bordaduras. No momento da colheita, aproximadamente 10 dias após a soja atingir o R8 (estádio reprodutivo 8), as duas fileiras centrais, que dividiam as faixas capinada e não-capinada, não foram colhidas, a fim de evitar interferências, obtendo-se, assim, uma área útil de  $8 \text{ m}^2$  por parcela, ou seja,  $4 \text{ m}^2$  com capina e  $4 \text{ m}^2$  sem capina.

Os tratamentos envolvendo herbicidas e os adjuvantes Iharaguen-s e TS 303 (Quadro 5) foram aplicados quando a soja atingiu o estágio V3, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a  $\text{CO}_2$ , equipado com quatro bicos tipo leque 110.03, espaçados 0,5 m. O volume aplicado foi equivalente a  $200 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; durante a aplicação, manteve-se a pressão constante de  $3,0 \text{ kgf} \cdot \text{cm}^{-2}$ .

Quadro 5 – Doses de flumioxazin, Iharaguen-s, TS 303, chlorimuron-ethyl e fomesafen correspondentes aos tratamentos aplicados, em pós-emergência, na cultura da soja CAC-1

Tratamentos	Doses/ha				
	Flumioxazin	Iharaguen-s (mL p.c.)	TS 303 (mL p.c.)	Chlorimuron-ethyl	Fomesafen
Testemunha sem capina	-	-	-	-	-
Testemunha com capina	-	-	-	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s	15	500	-	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s	25	500	-	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	15	500	50	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	15	500	100	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	15	500	150	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	25	500	50	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	25	500	100	-	-
Flumioxazin + Iharaguen-s + TS 303	25	500	150	-	-
Flumioxazin + TS 303	25	500	50	-	-
Flumioxazin + TS 303	25	500	100	-	-
Flumioxazin + TS 303	25	500	150	-	-
Flumioxazin + Chlorimuron-ethyl	15	-	-	12,5	-
Flumioxazin + Fomesafen	15	-	-	-	200

Para os tratamentos com flumioxazin, chlorimuron-ethyl e fomesafen foram utilizados os produtos comerciais Sumisoya (500 g.ia.kg<sup>-1</sup>), Classic (250 g.ia.kg<sup>-1</sup>) e Flex (250 g.ia.L<sup>-1</sup>), respectivamente.

Durante a condução do experimento, o controle das principais pragas da cultura da soja foi feito com pulverizações de methamidophos, segundo a necessidade, em toda a área experimental, de maneira uniforme, principalmente para controle de percevejo (*Nezara viridula* e *Piezodorus guildini*), durante a formação das vagens.

### 3.2.1. Características avaliadas

#### 3.2.1.1. Toxicidade

A toxicidade dos tratamentos à cultura da soja foi avaliada aos 7, 14 e 21 DAA (dias após a aplicação), considerando-se ausência de toxicidade (0%) e morte da planta (100%) (Quadro 3) (PEREIRA e BAZONI, 1995).

#### 3.2.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem

Estas características foram avaliadas no momento da colheita, considerando-se a média de cinco plantas tomadas ao acaso dentro da área

útil a ser colhida. No caso da altura das plantas, considerou-se a distância da superfície do solo até o ápice da haste principal, e, no caso da altura da inserção da primeira vagem, foi considerada a distância da superfície do solo até o primeiro nó que continha a vagem.

### **3.2.1.3. Peso de 100 sementes e produção**

Imediatamente após a debulha, as sementes foram separadas das impurezas e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. Tanto o peso da produção como o de 100 sementes foram determinados em balança eletrônica de precisão de miligramas e corrigidos para 13% de umidade. A umidade das sementes no momento das pesagens foi determinada, utilizando-se um determinador de umidade “Steinlite”, modelo 400 G.

### **3.2.2. Análise estatística**

Todas as variáveis avaliadas, com exceção da toxicidade, que foi comparada por análise descritiva, foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste F. Na interpretação dos resultados, utilizou-se o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Antes da análise, os dados referentes à produção total de grãos foram corrigidos por meio da análise de co-variância do número de plantas, uma vez que houve variação não-significativa no estande final entre parcelas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento 1 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja cultivada em casa de vegetação

#### 4.1.1. Toxicidade

O flumioxazin, aos 7, 14 e 21 DAA, causou toxicidade aos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, tanto quando aplicado isoladamente ou quando com o adjuvante em mistura (Quadro 6). Quando o flumioxazin foi aplicado isoladamente, observou-se toxicidade em torno de 20% na cultura aos 7 DAA, nos dois cultivares de soja, o que é aceitável. Todavia, a adição do adjuvante à calda com flumioxazin provocou aumento na toxicidade para 62 e 72%, nos cultivares UFV-16 e Doko RC, respectivamente, não ocorrendo a completa recuperação da cultura. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por MELHORANÇA e SOUZA (1997), RANGEL et al. (1997), CARVALHO et al. (1999a) e CARVALHO et al. (1999b), que, avaliando a toxicidade do flumioxazin aplicado isoladamente em doses variando de 15 a 70 g.ha<sup>-1</sup>, nos cultivares de soja FT-estrela, Cristalina, CAC-1 e Doko RC, respectivamente, observaram toxicidade inicial, com posterior recuperação da cultura. Também, RANGEL et al. (1997) verificaram aumento da toxicidade do flumioxazin sobre a cultura da soja quando adicionaram adjuvante à calda, porém observaram recuperação da cultura posteriormente. Já COSTA et al. (1997) relataram que

Quadro 6 – Toxicidade (%) do flumioxazin aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), em pós-emergência, sobre os cultivares de soja UFV-16 e Doko RC

Herbicida e Adjuvantes	Cultivares					
	UFV-16			DOKO RC		
	07	14	21	07	14	21
Testemunha	0	0	0	0	0	0
Flumioxazin	22	14	8	20	13	9
Adjuvante	6	1	0	3	0	0
Flumioxazin + adjuvante	62	50	35	72	61	45

flumioxazin, na dose de 10 g.ha<sup>-1</sup> mais adjuvante Assist, causou severa toxicidade ao cultivar de soja UFV-16, e as plantas não apresentaram recuperação. De acordo com CHOW (1984), WHORTER (1985) e DURIGAN (1993), o uso de adjuvante aumenta a atividade e disponibilidade do herbicida no local de ação, aumentando também a sua toxicidade. GAUVRIT e CABANNE (1993) acrescentaram que o aumento da toxicidade é determinado por características específicas de cada adjuvante.

Os principais sintomas de intoxicação apresentados pela cultura da soja foram clorose e curvatura da borda das folhas, principalmente das folhas trifolioladas, que se encontravam pouco desenvolvidas (Figura 5). O flumioxazin, ao atingir o ápice das plantas no início de seu desenvolvimento, causou a morte destas, provocando aparecimento de duas a três ramificações secundárias na haste principal (Figura 6).

#### 4.1.2. Altura das plantas e inserção da primeira vagem

Houve efeito significativo na altura de plantas dos fatores cultivar, herbicida e, ou, adjuvante e nível de água no solo e das interações cultivar x nível de água no solo e cultivar x herbicida e, ou, adjuvante (Quadro 7). Não houve efeito significativo no nível de água no solo x herbicida e, ou, adjuvante e na interação dos três fatores.



Figura 5 – Sintoma de intoxicação de flumioxazin aplicado em pós-emergência sobre plantas de soja.



Figura 6 – Ramificação em plantas de soja causada pela aplicação de flumioxazin em pós-emergência.

Quadro 7 – Resumo da análise de variância da altura de plantas e altura da inserção da primeira vagem dos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, submetidos a três níveis de água no solo e ao herbicida flumioxazin

Fontes de Variação	G L	Quadrados Médios	
		Altura de Plantas	Altura da 1ª Vagem
Cultivar	1	7895,25	385,20 **
Nível de água no solo	2	**	40,90 *
Herbicida e adjuvantes	3	802,67	23,96 ns
Cultivar x nível de água no solo	2	**	71,10 **
Cultivar x herbicida e adjuvantes	3	915,10	50,76 **
Nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	**	15,35 ns
Cultivar x nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	426,56 **	10,68 ns
		213,75 **	
		53,60 ns	
		34,79 ns	
Resíduo	72	43,81	10,58
CV (%)		9,35	16,52

ns: não-significativo a 5%, pelo teste F; \* significativo a 5%, pelo teste F; e \*\* significativo a 1%, pelo teste F.

Verifica-se, no Quadro 8, que não houve efeito do herbicida e, ou, adjuvante no cultivar UFV-16, porém no cultivar Doko RC se observou redução em torno de 27% na altura das plantas, em relação à testemunha, quando se aplicou flumioxazin combinado com adjuvante. Flumioxazin ou adjuvante aplicados isoladamente não interferiram na altura de plantas de nenhum dos cultivares. De acordo com CORSO FILHO et al. (1992), herbicidas que inibem o processo fotossintético das plantas daninhas podem causar, em plantas de soja, clorose e necrose dos tecidos atingidos, bem como enrugamento dos folíolos em desenvolvimento na época da aplicação e redução na altura das plantas. Segundo CHOW (1984), WHORTER (1985) e DURIGAN (1993), o uso de adjuvante aumenta a atividade e disponibilidade do herbicida no local de ação, aumentando a sua toxicidade; CORSO FILHO et al. (1992) acrescentaram que cultivares de soja podem responder, de maneira diferente, a um mesmo

produto, dependendo da sua capacidade de absorção e translocação e, ou, menor conversão metabólica, que são os principais fatores que controlam a seletividade dos herbicidas.

O nível de umidade no solo não influenciou a altura de plantas do cultivar Doko RC, porém no cultivar UFV-16 a altura aumentou com a elevação dos níveis de água no solo (Quadro 9).

Quadro 8 – Altura final de plantas e inserção da primeira vagem dos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, submetidos aos tratamentos com flumioxazin e, ou, adjuvante

Herbicida e Adjuvantes	Altura das Plantas (cm)		Altura da Inserção da Primeira Vagem (cm)	
	UFV-16	Doko RC	UFV-16	Doko RC
Testemunha	84,42 <b>a</b>	66,83 <b>a</b>	16,71 <b>a B</b>	22,60 <b>a A</b>
Flumioxazin	80,98 <b>a</b>	65,13 <b>a</b>	19,22 <b>a B</b>	22,33 <b>a A</b>
Adjuvante	79,04 <b>a</b>	66,46 <b>a</b>	16,59 <b>a B</b>	23,31 <b>a A</b>
Flumioxazin + adjuvante	75,00 <b>a</b>	48,47 <b>b</b>	18,22 <b>a A</b>	18,52 <b>a A</b>
Média	79,86	61,72	17,68	21,69
CV (%)	9,34		16,52	

Valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 9 – Efeito dos níveis de água no solo sobre a altura final de plantas e altura da inserção da primeira vagem dos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC

Níveis de Água no Solo (dag.kg <sup>-1</sup> )	Altura das Plantas (cm)		Altura da Inserção da Primeira Vagem (cm)	
	UFV-16	Doko RC	UFV-16	Doko RC
75	71,36 <b>c</b>	61,49 <b>a</b>	16,55 <b>b</b>	24,01 <b>a</b>
85	79,82 <b>b</b>	59,41 <b>a</b>	17,09 <b>b</b>	19,68 <b>b</b>
100	88,30 <b>a</b>	64,27 <b>a</b>	19,39 <b>a</b>	21,39 <b>ab</b>
Média	79,86	61,72	17,68	21,69
CV (%)	9,34		16,52	

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à altura de inserção da primeira vagem, houve efeito significativo dos fatores cultivar e nível de água no solo e das interações cultivar x nível de água no solo e cultivar x herbicida e, ou, adjuvantes (Quadro 7). Não houve efeito do herbicida e, ou, de adjuvantes nos cultivares, porém estes apresentaram diferenças entre si. O cultivar Doko RC exibiu maior altura de inserção da primeira vagem em relação ao cultivar UFV-16, exceto quando o flumioxazin foi aplicado juntamente com o adjuvante. Contudo, os dois cultivares não apresentaram valores inferiores a 15 cm de altura para a inserção da primeira vagem (Quadro 8), e o flumioxazin nas doses usadas não afetou os cultivares de soja UFV-16 e Doko RC.

No entanto, o cultivar UFV-16 apresentou redução na altura da inserção da primeira vagem nos níveis de 75 e 85 ( $\text{dag.kg}^{-1}$ ) de água no solo, com 16,55 e 17,10 cm, respectivamente, quando esses valores foram comparados com aquele observado nas plantas cultivadas no nível 100 ( $\text{dag.kg}^{-1}$ ) de água no solo, que foi de 19,39 cm (Quadro 9).

#### **4.1.3. Número de vagens por planta e sementes por vagem**

Houve efeito significativo do número de vagens apenas com relação ao herbicida e, ou, aos adjuvantes (Quadro 10). Verifica-se, no Quadro 11, que o flumioxazin aplicado isoladamente ou em mistura com adjuvante reduziu o número de vagens. Embora não tenha ocorrido diferença significativa, a redução foi maior quando o flumioxazin foi aplicado em mistura com adjuvante. Esses resultados refletem as notas de toxicidade apresentadas anteriormente, em que a adição do adjuvante ao flumioxazin causou aumento na toxicidade.

Quanto aos fatores nível de água no solo e cultivares, estes não apresentaram diferença significativa no número de vagens por planta (Quadro 11).

Houve efeito significativo de número de sementes por vagem nos fatores herbicida/adjuvantes e nível de água no solo (Quadro 10). Os demais fatores e interações não foram significativos. A aplicação do adjuvante

isoladamente causou redução de 4% no número de sementes por vagem, em relação à testemunha. Todavia, a aplicação isolada de flumioxazin ou com adição do adjuvante na calda não influenciou o número de vagens por planta. A redução do número de sementes por vagem ocorreu, possivelmente, devido à maior retenção de vagens não-granadas no tratamento com adjuvante. Como esse valor foi obtido pela divisão do número de sementes total pelo número de vagens, isso acarretou produção de vagens similar à da testemunha, mas com

Quadro 10 – Resumo da análise de variância do número de vagens por planta e do número de sementes por vagem dos cultivares de soja UFV 16 e Doko RC, submetidos a três níveis de água no solo e ao herbicida flumioxazin

Fontes de Variações	GL	Quadrados Médios	
		Vagens por Planta	Sementes por Vagem
Cultivar	1	1,47 ns	0,014 ns
Nível de água no solo	2	0,15 ns	0,031 *
Herbicida e adjuvantes	3	1,54 *	0,025 *
Cultivar x nível de água no solo	2	0,32 ns	0,013 ns
Cultivar x herbicida e adjuvantes	3	0,06 ns	0,023 ns
Nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	0,48 ns	0,015 ns
Cultivar x nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	0,57 ns	0,007 ns
Resíduo	72	0,41	0,009
CV (%)		11,82	4,93

ns: não-significativo a 5% pelo teste F, \* significativo a 5% pelo teste F e \*\* significativo a 1% pelo teste F.

Quadro 11 – Número de vagens por planta e número de sementes por vagem em função do herbicida flumioxazin com e sem adjuvante, do nível de água no solo e dos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC

Tratamentos	Nº de Vagens por Planta	Nº de Sementes por Vagem
<b>Herbicida e adjuvantes</b>		
Testemunha	32,01 a	2,01 a

Flumioxazin		29,84	<b>ab</b>	1,98	<b>ab</b>
Adjuvante		30,87	<b>a</b>	1,93	<b>b</b>
Flumioxazin	+	25,78	<b>b</b>	1,97	<b>ab</b>

adjuvante

---

**Nível de água no solo\***

Baixo (75)		28,75	<b>a</b>	1,94	<b>b</b>
Médio (85)		29,82	<b>a</b>	1,97	<b>ab</b>
Alto (100)		30,16	<b>a</b>	2,00	<b>a</b>

---

**Cultivares**

UFV - 16		28,25	<b>a</b>	1,98	<b>a</b>
Doko RC		30,94	<b>a</b>	1,96	<b>a</b>

---

CV (%)		11,82		4,94	
--------	--	-------	--	------	--

---

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*Nível de água no solo ( $\text{dag.kg}^{-1}$ ).

valor médio de sementes por vagem menor (Quadro 11). O nível de umidade no solo também influenciou o número de sementes por vagem, que foi de 1,94; 1,97; e 2,00, nos níveis de 75, 85 e 100  $\text{dag.kg}^{-1}$  de água no solo, respectivamente.

#### **4.1.4. Peso de 100 sementes e produção**

Como não houve interação entre os fatores quanto às características peso de 100 sementes e produção de grãos pelo teste F a 5% de probabilidade, na análise de variância se procedeu ao estudo do efeito simples de cada fator (Quadro 12).

Quadro 12– Resumo da análise de variância do peso de 100 sementes e da produção dos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC, submetidos a três níveis de água no solo e ao herbicida e, ou, aos adjuvantes

Fontes de Variações	GL	Quadrados Médios	
		Produção por Parcela	Peso de 100 Sementes
Cultivar	1	53,48 ns	83,14 **
Nível de água no solo	2	47,86 ns	1,59 ns
Herbicida e adjuvantes	3	54,87 *	5,55 **
Cultivar x nível de água no solo	2	19,20 ns	0,01 ns
Cultivar x herbicida e adjuvantes	3	1,53 ns	0,25 ns
Nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	24,52 ns	1,45 ns
Cultivar x nível de água no solo x herbicida e adjuvantes	6	26,66 ns	1,79 ns
Resíduo	72	16,68	1,28
CV (%)		17,70	8,41

ns: não-significativo a 5% pelo teste F, \* significativo a 5% pelo teste F e \*\* significativo a 1% pelo teste F.

Quanto à produção total de grãos, esta foi reduzida em torno de 14% com o flumioxazin + adjuvante, em relação à testemunha. Com relação ao flumioxazin aplicado juntamente com o adjuvante, verificou-se aumento no peso de 100 sementes, diferindo dos demais tratamentos; os níveis de água no solo não influenciaram essa característica (Quadro 13).

Quadro 13– Produção e peso de 100 sementes em função do tratamento herbicida, do nível de água no solo e dos cultivares de soja UFFV-16 e Doko RC

Tratamentos	Produção (g/parcela)	Peso de 100 Sementes (g)
<b>Herbicida e adjuvantes</b>		
Testemunha	24,87 <b>a</b>	13,30 <b>b</b>
Flumioxazin	22,57 <b>ab</b>	13,08 <b>b</b>
Adjuvante	23,56 <b>ab</b>	13,28 <b>b</b>
Flumioxazin + adjuvante	21,30 <b>b</b>	14,16 <b>a</b>
<b>Nível de água no solo*</b>		

Baixo (75)	21,73 a	13,24 a
Médio (85)	23,36 a	13,46 a
Alto (100)	24,13 a	13,68 a
<b>Cultivares</b>		
UFV - 16	23,82 a	14,39 a
Doko RC	22,33 a	12,56 b
CV (%)	17,70	8,41

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*Nível de água no solo ( $\text{dag.kg}^{-1}$ ).

A resposta de produção e peso de 100 sementes no tratamento flumioxazin + adjuvante pode ter ocorrido porque a cultura da soja apresenta elevada capacidade de compensação, ou seja, a menor produção de grãos por vagem pode acarretar aumento no tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior peso de 100 sementes.

Não houve diferença na produção de grãos entre os cultivares, obtendo-se média de 23,07 g/parcela. O peso médio de 100 sementes variou de 14,39 g no cultivar UFV-16 a 12,53 g no Doko RC, porém essa diferença foi atribuída a características varietais.

## 4.2. Experimento 2 – Seletividade do flumioxazin aplicado em pós-emergência na cultura da soja em condições de campo

### 4.2.1. Toxicidade

O flumioxazin nas doses de 15 e 25 g.ha<sup>-1</sup>, misturado com o adjuvante Iharaguen-s na dose de 500 mL.ha<sup>-1</sup> (p.c.), causou toxicidade em torno de 50% à cultura da soja quando avaliada aos sete dias após a aplicação desse herbicida. Quando se acrescentou o TS 303 nas doses de 50, 100 e 150 mL.ha<sup>-1</sup> (p.c.), foi verificado pequeno decréscimo na toxicidade com a dose de 15 g.ha<sup>-1</sup> do flumioxazin, ficando esta em torno de 40%. No entanto, na dose de 25 g.ha<sup>-1</sup>, a toxicidade manteve-se em torno de 50%, não apresentando alteração em relação ao flumioxazin aplicado apenas com o Iharaguen-s (Quadro 14). Segundo CHOW (1984), WHORTER (1985) e DURIGAN (1993), o uso de adjuvante aumenta a atividade e disponibilidade do herbicida no local de ação, aumentando também a sua toxicidade.

O flumioxazin aplicado em mistura com chlorimuron-ethyl (12,5 g.ha<sup>-1</sup>) e fomesafen (200 g.ha<sup>-1</sup>) causou toxicidade à soja de 20 e 18%, respectivamente, aos sete dias após a aplicação. Observou-se diminuição acentuada dessa toxicidade aos 14 dias após a aplicação, a qual desapareceu por completo, ocorrendo total recuperação da cultura, em todos os tratamentos, aos 21 dias após a aplicação desse herbicida.

Os principais sintomas observados na cultura da soja, aos 7 DAA, foram cloroses e curvatura da borda das folhas, principalmente as folhas trifolioladas no início do seu desenvolvimento (Figura 7). Em casos mais severos de toxicidade, o flumioxazin causou a morte das gemas apicais do caule, provocando, mais tarde, a formação de ramificações da haste principal em dois ou mais ramos secundários. Esses sintomas haviam sido observados anteriormente no experimento em casa de vegetação, porém o grau de toxicidade à cultura se mostrou menor em condições de campo. Essas ramificações não foram observadas quando se utilizaram misturas do flumioxazin com chlorimuron-ethyl e do flumioxazin com fomesafen.

Quadro 14 – Toxicidade (%) do flumioxazin sobre o cultivar de soja CAC-1, em pós-emergência, isoladamente e combinado com Iharaguen-s, TS 303, chlorimuron-ethyl e fomesafen, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA)

Tratamentos <sup>1</sup>	Toxicidade		
	07	14	21
Testemunha sem capina	00	00	00
Testemunha com capina	00	00	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	49	19	00
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	50	22	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	44	18	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	47	17	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	40	15	00
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	50	21	01
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	54	22	00
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	50	21	00
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	39	15	00
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	40	20	01
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	34	15	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Chlorimuron-ethyl (12,5 g.ha <sup>-1</sup> )	20	10	00
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Fomesafen (200 g.ha <sup>-1</sup> )	18	09	00

<sup>1</sup> Valores entre parênteses correspondem à dose utilizada dos produtos.

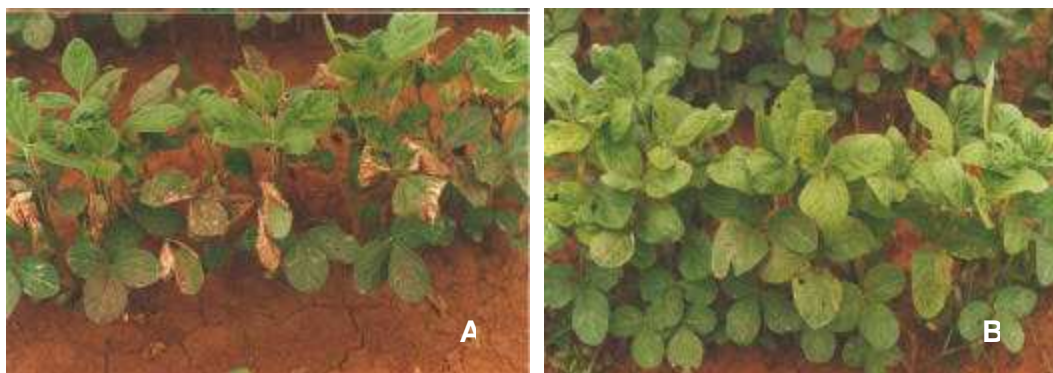


Figura 7 – Sintomas de intoxicação por flumioxazin + adjuvante, em condições de campo, do cultivar de soja CAC-1 (A) e sua posterior recuperação (B).

#### 4.2.2. Altura final das plantas e inserção da primeira vagem

Não houve interação entre os tratamentos principais (herbicidas) e os tratamentos secundários (com capina e sem capina) (Quadro 15). Somente a altura de plantas apresentou efeito significativo nos tratamentos com herbicidas. Não houve diferença entre a faixa capinada e a não-capinada. O flumioxazin, em mistura com o adjuvante Iharaguen-s e, ou, TS 303, reduziu a altura final das plantas de soja (Quadro 16). Entretanto, essa redução não afetou a produção de grãos da cultura.

Quadro 15– Resumo da análise de variância das variáveis altura de plantas e altura da inserção da primeira vagem

Fontes de Variações <sup>1</sup>	GL	Quadrados Médios	
		Altura de Plantas	Altura da 1ª Vagem
Bloco	3	80,97 <b>ns</b>	4,22 <b>ns</b>
Tratamento herbicida	14	99,00 <b>**</b>	4,37 <b>ns</b>
Resíduo (a)	42	36,30	5,72
Capina	1	1,96 <b>ns</b>	0,24 <b>ns</b>
Resíduo (b)	3	15,12	3,78
Tratamento herbicida x Capina	14	13,30 <b>ns</b>	1,69 <b>ns</b>
Resíduo (c)	42	19,46	2,77
CV (%)		5,01	14,54

<sup>1</sup>**ns**: não-significativo a 5%, pelo teste F, \* significativo a 5%, pelo teste F e **\*\*** significativo a 1%, pelo teste F.

A inserção da primeira vagem não apresentou diferença entre os tratamentos, variando de 10,21 a 12,62 cm. Segundo SEDIYAMA et al. (1996), a altura da inserção da primeira vagem não deve ser inferior a 10 cm, sendo ideal que fique em torno de 15 cm, para não dificultar a colheita mecânica.

Quadro 16– Altura de plantas e inserção da primeira vagem do cultivar de soja CAC-1, tratado com flumioxazin, em pós-emergência,

isoladamente e combinado com Iharaguen-s, TS 303, chlorimuron-ethyl e fomesafen

Tratamentos <sup>1</sup>	Altura Final de Plantas <sup>2</sup> (cm)	Inserção da 1ª Vagem <sup>2</sup> (cm)
Testemunha sem capina	95,04 a	10,25 a
Testemunha com capina	95,25 a	11,96 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	87,79 b	12,62 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	84,29 b	10,96 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	89,04 b	11,71 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	89,42 b	11,67 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	89,58 b	12,25 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	85,79 b	12,04 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	87,25 b	11,25 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	83,33 b	12,25 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	85,92 b	11,46 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	83,87 b	11,46 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	86,46 b	10,83 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Chlorimuron-ethyl (12,5 g.ha <sup>-1</sup> )	87,79 b	10,67 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Fomesafen (200 g.ha <sup>-1</sup> )	88,83 b	10,21 a

<sup>1</sup> Valores entre parênteses correspondem à dose utilizada dos produtos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

#### 4.2.3. Peso de 100 sementes e produção

A produção por parcela e o peso de 100 sementes não diferiram entre os tratamentos avaliados (Quadro 17).

A produção de grãos observada em todos os tratamentos não apresentou diferença entre si, indicando que o flumioxazin aplicado em mistura com adjuvante ou com os herbicidas chlorimuron-ethyl e fomesafen não influenciou a produção, uma vez que a média de todos os tratamentos não diferiu da testemunha capinada (Quadro 18). Também não houve diferença entre as testemunhas capinada e sem capina. Isso se deve ao fato de o grau de infestação por plantas daninhas até 40 dias após a emergência das plantas de soja ter sido baixo, permitindo a cultura sombrear as entrelinhas, não sofrendo, assim, competição durante esta fase, que é o período crítico médio de competição entre a cultura da soja e as plantas daninhas.

Quadro 17 – Resumo da análise de variância das variáveis produção e peso de 100 sementes

Fontes de Variações <sup>1</sup>	GL	Quadrados Médios	
		Produção por Parcela	Peso de 100 Sementes
Bloco	3	36.394,01 <b>ns</b>	11,70 <b>**</b>
Tratamento herbicida	14	6.540,61 <b>ns</b>	2,34 <b>ns</b>
Resíduo (a)	42	14.329,38	1,44
Capina	1	180.462,10 <b>ns</b>	6,85 <b>ns</b>
Resíduo (b)	3	89.609,04	8,93
Tratamento herbicida x Capina	14	4.605,54 <b>ns</b>	0,36 <b>ns</b>
Resíduo (c)	42	7.395,37	0,77
CV (%)		7,78	4,34

<sup>1</sup>**ns**: não-significativo a 5%, pelo teste F; \* significativo a 5%, pelo teste F; e **\*\*** significativo a 1%, pelo teste F.

Quanto ao fato de o peso médio de 100 sementes observado (20 g) ser superior à média de 13,5 g (Quadro 18), verificada no cultivar CAC -1 (EMBRAPA, 1999), isso pode ser atribuído às condições edafoclimáticas diferentes das de condução das culturas. Outra hipótese pode ser o fato de que, neste experimento, ocorreu elevada infestação de pragas (percevejos), as quais foram controladas, porém as primeiras vagens formadas já haviam sido atacadas. Segundo SEDIYAMA et al. (1996), em caso de ataque forte de percevejo ocorre queda de vagens, e a planta retém por mais tempo as folhas. Esse fato pode ter induzido a cultura, com menor número de vagens por planta, a compensar com aumento do peso médio das sementes.

Quadro 18– Produção por parcela e peso de 100 sementes do cultivar de soja CAC-1, tratadas, em pós-emergência, com flumioxazin isoladamente e combinado com Iharaguen-s, TS 303, chlorimuron-ethyl e fomesafen

Tratamentos <sup>1</sup>	Produção por Parcela <sup>2</sup> (g)	Peso de 100 Sementes <sup>2</sup> (g)
Testemunha sem capina	1.101,59 a	21,43 a
Testemunha com capina	1.091,28 a	20,21 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.086,67 a	20,16 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.101,40 a	19,98 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.097,62 a	20,19 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.105,65 a	20,03 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.072,81 a	20,20 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.130,07 a	19,93 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.068,43 a	18,91 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + Iharaguen-s (500 mL.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.157,30 a	19,90 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 ( 50 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.123,03 a	20,59 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (100 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.166,94 a	20,81 a
Flumioxazin (25 g.ha <sup>-1</sup> ) + TS 303 (150 mL.ha <sup>-1</sup> )	1.126,76 a	20,35 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Chlorimuron-ethyl (12,5 g.ha <sup>-1</sup> )	1.131,18 a	20,39 a
Flumioxazin (15 g.ha <sup>-1</sup> ) + Fomesafen (200 g.ha <sup>-1</sup> )	1.131,46 a	20,56 a

<sup>1</sup> Valores entre parênteses correspondem à dose utilizada dos produtos.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A seletividade do flumioxazin nos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC foi avaliada em três níveis de água no solo, em casa de vegetação. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados num esquema fatorial  $2 \times 3 \times 4$ , sendo dois cultivares e três níveis de água no solo (75, 85 e 100  $\text{dag.kg}^{-1}$  da capacidade de campo) associados: **a)** testemunha, **b)** flumioxazin ( $25 \text{ g.ha}^{-1}$ ), **c)** adjuvante {Iharaguen-s + TS 303, 500 e 100  $\text{mL.ha}^{-1}$  p.c (produto comercial), respectivamente} e **d)** flumioxazin ( $25 \text{ g.ha}^{-1}$ ) + adjuvante (Iharaguen-s + TS 303, 500 e 100  $\text{L.ha}^{-1}$  p.c., respectivamente).

Em condições de campo, a seletividade do herbicida flumioxazin também foi avaliada no cultivar de soja CAC-1. O delineamento usado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e tratamentos dispostos em parcelas subdivididas em faixas, em que o herbicida foi o tratamento principal aplicado em toda a parcela e os tratamentos secundários (capina e sem capina) foram distribuídos nas faixas ao longo do bloco. Os tratamentos com herbicidas envolveram flumioxazin ( $15$  e  $25 \text{ g.ha}^{-1}$ ) combinado com: Iharaguen-s ( $500 \text{ mL.ha}^{-1}$  p.c.), TS 303 ( $50$ ,  $100$  e  $150 \text{ mL.ha}^{-1}$  p.c.), chlorimuron-ethyl ( $12,5 \text{ g.ha}^{-1}$ ) e fomesafen ( $200 \text{ g.ha}^{-1}$ ).

Com base nos resultados obtidos, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- A adição de adjuvante à calda aumentou em 45% a toxicidade do flumioxazin em relação ao produto aplicado isoladamente, reduzindo a altura das plantas do cultivar Doko RC em relação à testemunha. Entretanto, níveis maiores de água proporcionaram aumento das plantas do cultivar UFV-16. A adição de adjuvante à calda reduziu em 14% a produção de grãos da soja.

- Os níveis de umidade do solo não influenciaram a seletividade do flumioxazin nos cultivares de soja UFV-16 e Doko RC.

- Em casa de vegetação e no campo, o flumioxazin, aplicado em pós-emergência, apresentou baixa toxicidade nos cultivares de soja UFV-16, Doko RC e CAC-1.

- A adição do adjuvante (Iharagen-s + TS 303) à calda do flumioxazin tornou este herbicida não-seletivo na cultura da soja em casa de vegetação.

- No campo, o flumioxazin, em pós-emergência, nas doses de 15 e 25 g.ha<sup>-1</sup> e em mistura com Iharagen-s, TS 303 e Iharagen-s + TS 303 causou toxicidade elevada e semelhante no cultivar de soja CAC-1, aos sete dias após a aplicação, com posterior recuperação da cultura sem redução na produção.

- As misturas do flumioxazin com chlorimuron-ethyl e fomesafen, usadas em pós-emergência, causaram baixa toxicidade ao cultivar de soja CAC-1.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal, 1998. **Defesa vegetal**, julho de 1998. 4 p.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAZ - ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v.1, n.1, p.35-38, 1974.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 1992. 365 p.
- CARVALHO, J.A., SILVAN, A.L.P., SANTOS, V.L.M., BRITO, C.H., SANTOS, C.M. Controle pós-emergente de plantas daninhas com flumioxazin no cultivo da soja 'CAC-1'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Resumos...** Londrina, PR: [s.n.], 1999a. p. 408.
- CARVALHO, J.A., SILVAN, A.L.P., SANTOS, V.L.M., BRITO, C.H., SANTOS, C.M. Eficácia e seletividade do herbicida flumioxazin aplicado em pós-emergência no controle de plantas daninhas no cultivo da soja 'DOKO RC'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Resumos...** Londrina, PR: [s.n.], 1999b. p. 409.
- CHOW, P.N.P. Adjuvants and how they work with herbicide. **Weeds Today**, Champaign, v.15, n.3, p. 2-3, 1984.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2001. (<http://www.conab.gov.br/politica-agricola/safra/quadro21.xlsx>).
- CORSO FILHO, F. D., CORSO, G. M., ANDRADE, V. M. de M. Efeito do herbicida lactofen sobre três cultivares de soja: Alterações morfológicas externas e internas de folhas. **Planta Daninha**, Brasília, v.10, p. 17-24, 1992.

- COSTA, E. R., SILVA, A. A., FERREIRA, F. A. Tolerância da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao herbicida flumioxazin aplicado em pós emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, MG: Editora SBCPD, 1997. p. 72.
- DEFELICE, M. **PPO inhibitor (cell membrane disruptor)**. In: Crop management research & Technology, 2000. 3 p. (<http://www.pionner.com/usa/crop-managementagronomic/ppo-inhibitor-herbicies-i>).
- DEVINE, M.D., BESTMAN, H.D., VANDER BORN, W.H. Weather to spray ... or not?. **Weeds Today**, Champaign, v.16, n.3, p. 7-8, 1985.
- DURIGAN, J.C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1993. 42 p.
- EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, MS: [s.n.], 1999. p. 20-23.
- GAUVRIT, C., CABANNE, F. Oils for weed control: uses and mode of action. **Pesticide Science**, Philadelphia, v. 37, p. 147-153, 1993.
- HAMMERTON, J.L. Environmental factors and susceptibility to herbicides. **Weeds**, Ithaca, v. 15, p. 330-336, 1967.
- HESS, F.D. Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerances and susceptibility. 2. ed. In: DUKE, S.O. **Weed physiology**. Boca Raton: CRC Press; Florida, 1985. v. 2, p. 191-214.
- HESS, F. D. Absorption. In: DEPARTMENTS OF HORTICULTURE, AGRONOMY, BOTANY AND PLANT PATHOLOGY, AND FORESTRY AND NATURAL RESOURCES (Eds.). **Herbicide action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils**. Indiana: Purdue University, 1995a. p. 13-33.
- HESS, F. D. Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (diphenyl ethers and oxadiazon.). In: DEPARTMENTS OF HORTICULTURE, AGRONOMY, BOTANY AND PLANT PATHOLOGY, AND FORESTRY AND NATURAL RESOURCES. (Eds.). **Herbicide action: An intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils**. Indiana: Purdue University, 1995b. p. 150 -155.
- KADOTA, M. **Application of TS 303 (brassinosteroid) and S-ABA (natural type-abscisic acid) bioactivities to agriculture**. Tokyo: Tama Biochemical Co., Ltd., Tama, 1994. 17 p.
- KIRKWOOD, R.C. Use and mode of action of adjuvantes for herbicides: a review of some current work. **Pesticide Science**, Philadelphia, v.38, p. 93-102, 1993.

- KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, MG: Editora SBCPD, 1997. p. 61-77.
- LARCHER, W. Plant under stress. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3. ed. Berlin: Springer, 1995. p 321–432.
- MELHORANÇA, A.L., SOUZA, J.A. Efeito do herbicida flumioxazin aplicado em pós-emergência no controle das plantas daninhas na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, MG: Editora SBCPD, 1997. p. 111.
- MULLET, J. E., WHITSITT, M. S. Plant cellular responses to water deficit. In: BELHASSEN, E. (Ed.). **Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis**. Dordrecht, Kluwer: Academic Publishers, 1997. p. 41-46.
- OLIVEIRA, M.F. **Adsorção, lixiviação e persistência de flumioxazin e metribuzin em diferentes solos**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- PEREIRA, F.A.R., BAZONI, R. **Avaliação de herbicidas na cultura da soja em áreas de cerrado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: EMPAER, 1995. 38 p. (EMPAER-MS. Documento 45).
- RANGEL, M.A., VALENTE, T.O., SOUZA JR., J.A. Flumioxazin aplicado com espalhante adesivo na cultura da soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21,1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, MG: Editora SBCPD, 1997. p. 128.
- RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina, PR: [s.n.], 1998. 648 p.
- SALINAS, A.R., ZELENER, N., CRAVIOTTO, R.M., BISARO, V. Respuestas fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la deficiencia hídrica en el suelo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 331-338, 1996.
- SALINAS, A.R., SANTOS, D.S.B., SANTOS, B.G., GOMES, A.S., MELLO,V.D.C., PAULETTO, E.A. Avaliação do rendimento e qualidade fisiológica de sementes de plantas de soja submetidas e estresses hídrico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL, 2. Piracicaba, 1989. **Anais...** Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1989. p. 287.

- SANTOS, D.S.B., SANTOS, B.G., GOMES, A.S., PAULETTO, E.A., SCHUCH, L.A.B. Avaliação do rendimento e qualidade fisiológica de sementes de plantas de soja submetidas e estresses hídrico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL, 2. Piracicaba, 1989. **Anais...** Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1989. p 287.
- SEDIYAMA, T., PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S., GOMES, J.L.L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1996. 96p.
- SILVA, A. A. **Bioatividade do alachlor e do metribuzin sob diferentes manejos de água no solo e efeitos do metribuzin, sob estas condições em soja**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989.
- TAYLOR, F.R. Today's herbicide: cobra – postemergence herbicide shows promise for producers and PPG. **Weeds Today's**, Champaign, v. 16, n. 4, p. 3, 1985.
- XIE, H.S., HSIAO, A.I., QUICK, W.A., HUME, J.A. Influence of water stress on absorption, translocation and phytotoxicity of fenoxaprop-ethyl and imazamethabenz-methyl in *Avena fatua*. **Weed Research**, Oxford, v. 36, p. 65-71, 1996.
- ZULLO, M. A. T. Brassinosteóides, 1999, 37 p. (<http://www.iac.br/~mzullo/brassinostroids/Revport/revport.htm>).
- WHORTER, C. G. The physiological effects of adjuvants on plants. 2. ed. In: DUKE, S.O. **Weed Physiology**, Boca Raton, Florida, v. 2, p. 142-155, 1985.
- WSSA, Weed Science Society of America, 2001. (<http://et.agn.uiuc.edu/wssa/index.html>).