

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PLANTAS DE LAVOURA

**INTERFERÊNCIA DE PAPUÃ (*Brachiaria plantaginea*) EM SOJA E SEU  
MANEJO ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DOS MÉTODOS CULTURAL E QUÍMICO**

Carlos Alberto Lazaroto  
Engenheiro Agrônomo (UFPel)

Dissertação apresentada como um dos  
requisitos à obtenção do Grau de  
Mestre em Fitotecnia,  
Área de Concentração Plantas de Lavoura

Porto Alegre-RS, Brasil  
Março, 2007



## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais, Nelso e Celita Balestrin Lazaroto, pelos ensinamentos (honestidade, sinceridade e simplicidade) que levarei em minha vida, sem os quais não teria chegado até aqui.**

***“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.***

**John F. Kennedy**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, especialmente meus pais Nelso e Celita, e aos meus irmãos Vanderlei e Marcos, por todo o carinho, incentivo e apoio.

Ao Professor Nilson G. Fleck, por sua dedicada orientação, ensinamentos, amizade e paciência.

À minha namorada Gesilaine Stachelski, pelo amor, estímulo e compreensão.

Aos integrantes da Banca Examinadora, pelas contribuições ao trabalho.

Ao Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de pós-graduação.

Aos bolsistas de iniciação científica Carlos E. Schaedler e Jardel E. Gauer pela ajuda prestada na realização dos experimentos.

Aos funcionários da Estação Experimental Agrônômica do Departamento de Plantas de Lavoura, Adriano da Fonseca, José Miguel Lenzi e Paulo Lima pela ajuda na execução dos experimentos.

Aos colegas de curso Itamar Nava, Tatiana Terra, Adriano Alves da Silva, Alexandre Tadeu Piana, Daniel Santos Grohs, Fabiane Pinto Lamego, Francieli Rodrigues Kulcheski, Josana de Abreu Rodrigues, Mércio Luiz Strieder, Naracelis Poletto, Noryam Bervian Bispo, Paula Wiethölter, Tatiana de Freitas Terra, Thais Fernanda Stella de Freitas e, em especial, aos colegas Everton Alen Brenner, Fausto Borges Ferreira, Anderson Luis Nunes, pelo convívio e pela troca de experiências.

Ao amigo Emérson Portes pela amizade e ajuda prestada na realização dos experimentos.

Aos amigos Sergiomar Theisen e Eduardo Azevedo, pelo companheirismo.

A todos os demais que contribuíram, mesmo que indiretamente, para a realização deste trabalho.

# **INTERFERÊNCIA DE PAPUÃ (*Brachiaria plantaginea*) EM SOJA E SEU MANEJO ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DOS MÉTODOS CULTURAL E QUÍMICO<sup>1</sup>**

Autor: Carlos Alberto Lazaroto  
Orientador: Nilson Gilberto Fleck

## **RESUMO GERAL**

Infestações de papuã costumam ocorrer com freqüência em áreas cultivadas com soja na região Sul do Brasil, causando prejuízos econômicos na produtividade dessa oleaginosa. Este trabalho objetivou avaliar a integração dos métodos cultural e químico no manejo de papuã e reduzir o uso de herbicidas em soja. Foram conduzidos dois experimentos em campo, testando-se épocas de semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal, cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras da cultura, mais épocas de controle de papuã em pós-emergência e doses do herbicida clethodim. Constatou-se que o atraso na emergência da soja, em relação ao papuã, aumenta os efeitos negativos deste sobre a cultura. A redução do espaçamento entre fileiras de soja de 50 para 25 cm proporciona maior habilidade competitiva à cultura em relação ao papuã. O controle químico de papuã, quando as plantas de soja já se encontram no estágio V<sub>7</sub> a V<sub>8</sub>, reduz a produtividade de grãos da cultura. O uso de medidas culturais e químicas, combinadas, permite reduzir a dose do herbicida clethodim para controlar papuã, sem perda de eficiência ou comprometimento da produtividade de grãos de soja.

---

<sup>1</sup>Dissertação de mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (126p.). Março, 2007.

# **ALEXANDERGRASS (*Brachiaria plantaginea*) INTERFERENCE IN SOYBEAN AND ITS MANAGEMENT INTEGRATING CULTURAL AND CHEMICAL METHODS<sup>1</sup>**

Author: Carlos Alberto Lazaroto

Adviser: Nilson Gilberto Fleck

## **GENERAL ABSTRACT**

Alexandergrass infestations use to occur frequently in soybean producing areas of Southern Brazil, causing economic losses in yield of this oil seed crop. This research aimed to evaluate integration of cultural and chemical methods in order to manage Alexandergrass infestations and to decrease the use of herbicides in soybean. There were carried out two field experiments, testing times of soybean seeding after desiccation of cover vegetation, soybean cultivars, and crop row widths, plus times of post-emergence Alexandergrass control and rates of the herbicide clethodim. When soybean emergence occurs after Alexandergrass emergency, increases the negative effects of the weed over the crop. Reducing soybean row width from 50 to 25 cm provides greater competitive ability to the crop in relation to Alexandergrass. Chemical control of the weed, when soybean plants were at V<sub>7</sub> to V<sub>8</sub> stage of growth, decreases crop grain yield. The integration of cultural and chemical measures allows to reduce clethodim rate in controlling Alexandergrass, without loss of herbicide efficiency or compromising the soybean grain yield.

---

<sup>1</sup>Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (126p.). March, 2007.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>01</b>
<b>2. CAPÍTULO I - INTEGRAÇÃO DE PRÁTICAS DIVERSIFICADAS NO MANEJO DE PAPUÃ EM SOJA.....</b>	<b>14</b>
2.1 Resumo .....	14
2.2 Introdução .....	15
2.3 Material e Métodos .....	20
2.4 Resultados e Discussão .....	25
2.5 Conclusões .....	52
<b>3. CAPÍTULO II - EFICÁCIA DO HERBICIDA CLETHODIM NO CONTROLE DE PAPUÃ EM SOJA EM FUNÇÃO DA DOSE E DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>54</b>
3.1 Resumo .....	54
3.2 Introdução .....	55
3.3 Material e Métodos .....	62
3.4 Resultados e Discussão .....	67
3.5 Conclusões .....	91
<b>4. DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>93</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>97</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>7. APÊNDICES .....</b>	<b>114</b>
<b>8. VITA .....</b>	<b>120</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>121</b>



## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
<b>2. CAPÍTULO I</b>	
<b>TABELA 2.1</b> Características de plantas de duas cultivares de soja utilizadas em estudo de competição com papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	22
<b>3. CAPÍTULO II</b>	
<b>TABELA 3.1</b> Épocas de realização do controle químico de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) e estádios de desenvolvimento da soja e da infestante por ocasião das aplicações do herbicida clethodim, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	63
<b>TABELA 3.2</b> Valores do teste F e probabilidades do erro da análise de variância para os fatores doses herbicidas e épocas de aplicação e interação fatorial e respectivos coeficientes de variação para as variáveis respostas determinadas no experimento, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	68
<b>TABELA 3.3</b> Cobertura do solo pelo dossel de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) avaliada na pré-colheita da soja, estatura de planta, número de legumes produtivos, produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja, em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	70
<b>TABELA 3.4</b> Estatura de planta e legumes produtivos por planta de soja em função de duas doses do herbicida clethodim, na média de sete épocas de controle de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	80
<b>TABELA 3.5</b> Cobertura do solo pelo dossel de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) avaliada na pré-colheita da soja, estatura de planta de soja e legumes produtivos por planta, nas testemunhas com e sem controle de papuã, em função de espaçamentos entre fileiras de soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005/06 .....	87

**TABELA 3.6** Massa do grão, produtividade de grãos e produtividade biológica aparente de soja, nas testemunhas com e sem infestação de papuã (*Brachiaria plantaginea*), em função de espaçamentos entre fileiras de soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005/06 .....

89

## RELAÇÃO DE FIGURAS

2. CAPÍTULO I		Página
<b>FIGURA 2.1</b>	Cobertura do solo pelo dossel de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) avaliada no estágio R <sub>1</sub> da soja, em resposta a espaçamentos entre fileiras e épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	26
<b>FIGURA 2.2</b>	Cobertura do solo pelo dossel de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) avaliada na pré-colheita da soja, em resposta a espaçamentos entre fileiras e épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.....	27
<b>FIGURA 2.3</b>	População de plantas de soja avaliada na pré-colheita em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	30
<b>FIGURA 2.4</b>	Estatura de planta de soja determinada na pré-colheita, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	32
<b>FIGURA 2.5</b>	Número de ramos de soja por área, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura e a cultivares de soja, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	33
<b>FIGURA 2.6</b>	Comprimento médio de ramos de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja e de espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	35

<b>FIGURA 2.7</b>	Número de legumes chochos de soja por área, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.....	36
<b>FIGURA 2.8</b>	Número de legumes produtivos e soja por área, em resposta a espaçamentos entre fileiras da soja ou a épocas de dessecação da cobertura vegetal, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	38
<b>FIGURA 2.9</b>	Número de grãos por legume produtivo de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.....	40
<b>FIGURA 2.10</b>	Massa do grão de soja para as cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10, em resposta à presença ou à ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	41
<b>FIGURA 2.11</b>	Produtividade biológica aparente de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura, cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	43
<b>FIGURA 2.12</b>	Produtividade de grãos de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura, cultivares de soja e espaçamento entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	44
<b>FIGURA 2.13</b>	Índice de colheita de soja, em resposta a cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	51

<b>FIGURA 3.1</b>	Variação da estatura de plantas de soja e legumes produtivos por planta, determinado na pré-colheita, em relação à testemunha sem papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ), em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06	72
<b>FIGURA 3.2</b>	Variação de produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja em relação à testemunha sem papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ) em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	76
<b>FIGURA 3.3</b>	Coefficientes de correlação linear simples entre as variáveis estatura de planta, legumes produtivos por planta, produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja, em função de épocas de controle de papuã e doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	83

## RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
<b>APÊNDICE 1</b> Chuvas ocorridas e datas em que houve suplementação hídrica através de irrigação por aspersão em experimentos conduzidos a campo com soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	115
<b>APÊNDICE 2</b> Resumo das análises de variância para variáveis avaliadas ao final do ciclo das cultivares de soja, relativas ao Capítulo 2, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	116
<b>APÊNDICE 3</b> Coeficientes de correlação linear simples entre características agronômicas da soja, relativas ao Capítulo 2, avaliadas em experimento a campo, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06 .....	119

## RELAÇÃO DE ANEXOS

	Página
<b>ANEXO 1</b> Visualização de parcelas de soja aos 17 dias após a emergência, cultivada em espaçamentos entre fileiras de 50 e 25 cm, respectivamente. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06 .....	122
<b>ANEXO 2</b> Visualização de parcelas de soja aos 43 dias após a emergência, seguindo aplicação do herbicida clethodim em duas épocas para controle de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06 .....	123
<b>ANEXO 3</b> Comparação entre tratamentos testemunhas de soja aos 43 dias após a emergência, cultivada em espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm, na ausência de papuã ( <i>Brachiaria plantaginea</i> ). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06 .....	124
<b>ANEXO 4</b> Comparação entre duas épocas de dessecação da cobertura vegetal na pré-semeadura da soja, cultivada em espaçamento entre fileiras de 25 cm, aos 43 dias após a emergência. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06 .....	125
<b>ANEXO 5</b> Comparação entre duas épocas de dessecação da cobertura vegetal na pré-semeadura da soja, cultivada em espaçamento entre fileiras de 50 cm, aos 43 dias após a emergência. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06 .....	126

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo, posicionando-se como quarto grão mais produzido, depois do milho, trigo e arroz. Os Estados Unidos detém a maior produção no contexto mundial, onde o Brasil aparece como segundo colocado (FAO, 2006). Na safra 2004/2005, a produção brasileira foi de, aproximadamente, 54 milhões de toneladas, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2006), destacando-se os Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, que somaram dois terços da produção nacional (Reunião..., 2005). Atualmente, a soja representa um dos principais itens da pauta de exportações do Brasil. Segundo CONAB (2006), a área brasileira cultivada com soja duplicou entre as safras de 1996/1997 e 2004/2005, atingindo 22,3 milhões de hectares; porém, a produtividade de grãos não sofreu alteração significativa, permanecendo em torno de  $2,5 \text{ t ha}^{-1}$  (IBGE, 2006).

Dentre os entraves que limitam a expressão plena do potencial de produtividade das culturas, a interferência causada por plantas infestantes merece destaque. Elas se constituem num dos fatores de maior impacto na produção de soja, por competirem por recursos do meio, reduzirem a produtividade, aumentarem o custo de produção, prejudicarem as operações de colheita e diminuir a qualidade das sementes (Costa, 1996). Normalmente, o controle de plantas daninhas na cultura deve ser realizado nos estádios iniciais de desenvolvimento,



para prevenir a competição pelos recursos água, luz e nutrientes desde o início do ciclo.

As plantas daninhas reduzem a produção agrícola e representam um dos problemas econômicos mais importantes para os produtores de soja. No caso desta cultura, a presença de elevadas infestações pode acarretar perdas praticamente totais. As ervas reduzem a produtividade de grãos devido aos efeitos diretos e indiretos que exercem sobre o crescimento das culturas. Os efeitos diretos devem-se, especialmente, à competição que elas exercem por recursos limitados do meio, enquanto os efeitos indiretos incluem, principalmente, dificuldade de colheita e contaminação dos grãos por sementes e outras partes vegetais.

Os prejuízos econômicos causados à produção de soja pela interferência de plantas daninhas, os decréscimos na qualidade dos grãos colhidos e as reduções na eficiência da operação de colheita devido à presença de plantas daninhas foram investigados e comprovados por diversos pesquisadores. As plantas daninhas também causam perdas econômicas na produção de soja devido ao custo dos herbicidas e dos métodos culturais e mecânicos de controle que devem ser utilizados. Nos Estados Unidos, por exemplo, os herbicidas representam 20 a 30 % dos custos de produção (Derksen et al., 2002).

As perdas de produtividade de grãos de soja devidas à competição de plantas daninhas variam com as espécies infestantes. Em relação aos danos ocasionados pelas espécies daninhas, tem-se observado, nas lavouras de soja do sul do Brasil, que as espécies daninhas gramíneas apresentam maior capacidade de ocasionar dano do que as dicotiledôneas, provocando assim maior redução na produtividade de grãos (Fleck & Candemil, 1995). Dentre as espécies gramíneas encontradas com

maior freqüência nos solos cultivados das regiões Centro e Sul do País, destaca-se o papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.), espécie provavelmente originária da África e introduzida no Brasil nos tempos coloniais (Kissmann, 1997).

O sistema de semeadura direta, atualmente utilizado na maioria das áreas cultivadas com soja no Rio Grande do Sul, trouxe muitos benefícios de ordens ambiental, produtiva e econômica, tanto para o Estado como para os agricultores. Os principais benefícios do sistema são a conservação dos solos, preservação dos mananciais, redução da utilização de agroquímicos e diminuição dos custos de produção. Como consequência, o agronegócio relacionado à soja forçou os agricultores a aumentar sua eficiência produtiva, tornando-os altamente competitivos no mercado global. Mais recentemente, a introdução de cultivares de soja resistentes ao herbicida de ação total glyphosate incrementou ainda mais os benefícios originais do sistema, aliando maiores vantagens ambientais e econômicas, acrescidas de grande eficiência e praticidade ao controle químico das ervas daninhas que a infestam.

A atividade herbicida do glyphosate foi referida no início da década de 70; portanto, ele se encontra no mercado há quase quatro décadas. Até a metade dos anos 90, o produto, até então sem uso seletivo em soja, era utilizado no controle total da vegetação, mostrando alta eficácia no controle da maioria das espécies daninhas, especialmente gramíneas. No entanto, o desenvolvimento de cultivares de soja resistentes ao glyphosate, oportunizou o seu uso seletivo, ampliando-se enormemente a utilização do herbicida nos principais países produtores da oleaginosa. Dessa forma, cultivares de soja tradicionais foram sendo substituídas por alguns poucos genótipos resistentes, mas de adaptação questionável às regiões

produtoras do Estado, da mesma forma que herbicidas comumente aplicados no controle de ervas acabaram sendo deslocados do sistema pelo glyphosate.

A ampla área tratada em nível mundial e a freqüente utilização agrícola do herbicida glyphosate geraram o aparecimento de espécies daninhas resistentes ao produto a partir de 1996, na Austrália, com adições mais freqüentes ocorrendo após o ano 2000, também em outros países (África do Sul, Argentina, Brasil, Chile, China, Estados Unidos e Malásia). Atualmente, onze espécies já são referidas (Heap, 2006) como resistentes: *Ambrosia artemisiifolia*, *Amaranthus palmeri*, *A. rudis*, *Conyza bonariensis*, *C. canadensis*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla*, *Lolium multiflorum*, *L. rigidum*, *Plantago lanceolata* e *Sorghum halepense*. Especificamente no Brasil, são referidas como resistentes as espécies *C. bonariensis*, *C. canadensis*, *E. heterophylla* e *L. multiflorum*, o que é bastante preocupante, uma vez que, com o advento de culturas resistentes, passou-se ao uso quase exclusivo de glyphosate para controlar plantas infestantes, especialmente em soja.

Verifica-se, portanto, que no Estado está ocorrendo uma base muito estreita de produtos usados no cultivo da soja, seja de ordem genética, com o emprego de poucos genótipos, seja de ordem química, com o uso quase exclusivo de glyphosate para controlar plantas competidoras. Fatalmente, esse processo de limitada variabilidade de materiais, além de reduzir a própria biodiversidade ligada à cultura, tenderá a incrementar os problemas agrônômicos, especialmente os sanitários, como aqueles ligados ao controle químico das ervas daninhas, com a seleção cada vez maior de espécies naturalmente tolerantes ao glyphosate ou de outras que manifestem resistência ao produto ao longo do tempo (Shaner, 2000; Thill &

Lemerle, 2001; Cardina et al., 2002). Assim, o estudo de alternativas de controle é fundamental para o adequado manejo dos biótipos resistentes (López-Ovejero et al., 2004; Johnson & Gibson, 2006). O aspecto mais importante na prevenção e manejo da resistência é a recomendação de práticas e sistemas de produção onde a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinado herbicida seja reduzida (Boerboom, 1999). Neste sentido, a pesquisa deve estar atenta e antecipar-se à eventualidade desse sistema tornar-se inviável dentro de alguns anos, apresentando alternativas viáveis para contornar tal situação numa provável “era pós-glyphosate”.

O controle químico tem-se constituído no componente dominante do manejo de ervas daninhas na produção de culturas nos últimos 60 anos. Contudo, aspectos ambientais e econômicos aumentaram grandemente a preocupação com seu uso e o interesse em reduzir sua utilização. Neste sentido, técnicos e agricultores têm buscado formas de reduzir os custos de produção de modo a tornar a cultura da soja mais competitiva no mercado globalizado. Uma das maneiras de reduzir a utilização de produtos químicos no controle de plantas daninhas é através do desenvolvimento e adoção do manejo integrado de plantas daninhas - MIPD (Mortensen et al., 2000; Buhler et al., 2002; Beckie, 2006). Vários trabalhos demonstram a possibilidade de se reduzir a presença de ervas e a quantidade de herbicidas em soja através do emprego de práticas diversificadas de manejo.

Os programas de manejo integrado envolvem uma série de medidas a serem adotadas de maneira combinada, geralmente incluindo herbicidas como um dos componentes, mas não colocando dependência exclusiva neles. Um componente potencial dos programas de manejo integrado se refere à manipulação da relação de competição entre a cultura e as plantas concorrentes. A presença de resíduos de

culturas na superfície do solo, adoção de semeadura direta e da rotação de culturas (Chauvel et al., 2001), controle de ervas com adoção do nível de dano econômico, antecipação da emergência da cultura em relação às ervas, alteração do arranjo de plantas de soja, bem como a utilização de ferramentas de suporte para tomada de decisão no controle de ervas com base em observações das infestações (Ngouajio et al., 1999), são práticas culturais disponíveis para se alcançar tal objetivo. Assim, o MIPD não eliminará completamente a utilização dos herbicidas em si, mas a utilização em conjunto de diversas práticas no controle de plantas daninhas permite uma complementação entre elas, o que resulta no aumento da eficiência de controle (Matthews, 1994; Gill & Holmes, 1997; Merotto Jr. et al., 2001; Blackshaw et al., 2006).

O manejo integrado se refere à utilização de opções e ferramentas que visam tornar o ambiente cultural desfavorável às plantas daninhas, minimizando o efeito das infestantes que sobreviverem (Buhler, 2002). A capacidade da cultura em competir com plantas daninhas pode ser incrementada ao se garantir seu estabelecimento antecipado e, em seqüência, propiciar condições que privilegiem seu rápido crescimento. Além disso, características de planta inerentes às cultivares (Jannink et al., 2000; Ni et al., 2000; Lemerle et al., 2001) e o arranjo de plantas próximo à eqüidistância (Fischer & Miles, 1973), conferem vantagem adicional à cultura na concorrência com plantas daninhas.

Entende-se por habilidade competitiva a aptidão ou capacidade de uma planta ou cultura em levar vantagem na competição com seus vizinhos. Ela se associa à remoção prioritária de recursos do ambiente ou em impedir o acesso dos vizinhos aos mesmos (Aarssen, 1983), representando a soma balanceada de várias

características, as quais não são apenas controladas geneticamente, mas, em grande parte, são afetadas pelo ambiente em que a planta cresce (Olofsdotter et al., 2002). A habilidade competitiva de uma planta se refere à capacidade dela suprimir o crescimento de outra ou à habilidade de manter relativamente inalterado seu crescimento na presença de competidoras, evitando ser suprimida (Goldberg & Landa, 1991).

De um modo geral, habilidade competitiva superior encontra-se em plantas que mostram maiores acúmulos de matéria seca (Lemerle et al., 1996), estatura (Fleck, 1980; Jannink et al., 2000) e interceptação de luz (Jannink et al., 2000) na fase inicial de desenvolvimento. A utilização de cultivares com elevada capacidade competitiva é uma prática importante a considerar na adoção do manejo cultural de ervas daninhas. Já, que cultivares de soja respondem diferentemente à interferência de plantas daninhas, indicando que existe variabilidade genética que permite selecionar genótipos de soja portadores de habilidade competitiva superior (Fleck et al., 2006). Por exemplo, plantas de soja detentoras de estatura elevada e ciclo tardio, apresentam habilidade competitiva superior à daquelas de porte baixo e ciclo precoce (Lamego et al., 2004). Em geral, plantas portadoras de elevadas velocidades de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, costumam levar vantagem na disputa por eles. Na busca por recursos limitados no meio, a planta deve se apoderar rapidamente do espaço, sendo seu sucesso competitivo dependente do uso antecipado daqueles para serem direcionados ao seu crescimento. Geralmente, as plantas mais competitivas são as primeiras a emergir e se estabelecer, ocupando maiores

volumes aéreo e edáfico do meio na exploração prioritária pelos recursos disponíveis.

Nos últimos anos, pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de cultivares com ervas daninhas vêm ganhando importância, principalmente porque a adoção de genótipos com alta competitividade se constitui em prática cultural de reduzidos custo e impacto ambiental. A utilização de cultivares portadoras de maior habilidade competitiva pode, em parte, reduzir a intensidade de competição das ervas daninhas e, inclusive, em determinadas situações, dispensar ou reduzir a utilização de controle químico. Em soja, geralmente cultivares precoces crescem mais rápido que as cultivares tardias (Jannink et al., 2001). Há considerável variabilidade entre genótipos em termos de velocidade de crescimento, tanto da parte aérea como da radical, o que pode ser utilizado na seleção de cultivares mais competitivas com as ervas daninhas. O incremento na capacidade competitiva de certas cultivares tem sido atribuído às seguintes características: emergência precoce, maior vigor das plântulas, aumento da taxa de expansão foliar, rápido desenvolvimento do dossel, maior estatura de planta, ciclo de desenvolvimento precoce e rápido crescimento do sistema radical (Liebman et al., 2001). Contudo, ainda não há consenso sobre qual característica da planta de soja seja mais importante na determinação da sua capacidade competitiva.

A supressão do crescimento de plantas daninhas em soja, por meio da redução do espaçamento entre fileiras da cultura (arranjo de plantas) encontra amplo respaldo na literatura (Ruedell et al., 1981; Chemale et al., 1988; Nice et al., 2001; Pires et al., 2001; Young et al., 2001; Koger et al., 2002; Puricelli et al., 2003; Knezevic, et al., 2003; Hock, et al., 2006). A redução do espaçamento entre as

fileiras, além de propiciar maior e mais rápida cobertura do solo pelas plantas de soja (Pires et al., 1998) e, conseqüentemente, maior capacidade em afetar o crescimento de plantas daninhas (Balbinot Jr. et al., 2003) também pode interferir no crescimento das raízes.

Quando duas espécies estão competindo por recursos no mesmo nicho, a equidistância entre os indivíduos assume grande importância, ao beneficiar a habilidade competitiva de uma delas. Além disso, o arranjo e a população de plantas adequadas são essenciais na otimização do uso dos recursos do meio, propiciando aumentos na produtividade de grãos. A redução do espaçamento entre fileiras propicia aumento da interceptação de luz pelo dossel das plantas cultivadas. Assim, a cultura ocupa o espaço de forma acelerada, diminuindo a disponibilidade de recursos ao crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas, aumentando a capacidade da cultura em competir com as infestantes (Tharp & Kells, 2001; Knezevic et al., 2003). Em soja, por exemplo, constatou-se que a redução do espaçamento entre fileiras aumentou o período crítico de controle (Knezevic et al., 2003).

Outros estudos, contudo, indicam que o arranjo espacial das plantas não interfere na competitividade da cultura. A redução do espaçamento entre fileiras de milho não influenciou a produtividade da cultura e as produções de massa e de diásporos por *Abutilon theophrasti* (Teasdale, 1998). Também em trigo, a produção de massa pelas plantas daninhas não foi afetada pelo espaçamento entre fileiras (Rasmussen, 2004). O efeito do arranjo espacial de plantas sobre a competitividade das culturas depende de fatores como: espécie cultivada, características morfofisiológicas dos genótipos, espécies daninhas presentes na área e época



relativa de sua emergência, além de condições ambientais, principalmente temperatura, radiação solar e regime pluvial.

Adicionalmente, costuma ocorrer competitividade diferencial das ervas em função da época relativa de sua emergência e estabelecimento junto à cultura. Assim, os efeitos negativos das ervas sobre a produtividade da cultura costumam decrescer com o decorrer do intervalo de tempo entre as emergências da cultura e das plantas concorrentes. Desse modo, o manejo da cobertura vegetal, no sistema de semeadura direta, pode influenciar na competitividade da cultura em relação às ervas daninhas. Na medida em que se consiga estabelecer a cultura em condições mais favoráveis, ela pode assumir uma posição dominante na comunidade e suprimir o crescimento das concorrentes. Por exemplo, a época de emergência de picão-preto (*Bidens* spp.) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), em relação à soja, modificou as relações de competição entre essas espécies (Fleck et al., 2004). Também, foi constatado que o atraso na semeadura da soja em relação à data de dessecação da cobertura vegetal aumentou as perdas na produtividade de grãos decorrentes da interferência de guanxuma e, principalmente, de picão-preto (Rizzardi et al., 2003).

No caso de infestantes gramíneas, o atraso no controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) causou menores reduções na produtividade de grãos de soja quando a semeadura da cultura foi realizada logo após (1 dia) a dessecação da cobertura vegetal (Fleck et al., 2002). Além disso, o intervalo entre as aplicações de controle ao papuã foi mais amplo quando a semeadura foi realizada mais próximo da aplicação do dessecante. Quando a semeadura da soja ocorreu 10 dias após a dessecação da cobertura houve maiores efeitos negativos sobre a produtividade da soja pelo atraso no controle do papuã do que para a semeadura efetuada 1 dia após aplicação do

dessecante (Fleck et al.,2002). Essas respostas evidenciam que a época de estabelecimento da cultura pode influenciar a intensidade com que ela suprime as ervas. Assim, as espécies que emergem mais cedo ganham vantagem sobre as espécies que emergem mais tarde e tornam-se melhor competidoras por recursos do ambiente (O'Donovan et al., 1985); porém, esse efeito pode não ocorrer de forma igual para todas as espécies de ervas (Paolini et al., 1998).

Os resultados de pesquisa não são unânimes quanto aos efeitos dos sistemas de manejo da cobertura vegetal antes da semeadura sobre a produtividade das culturas. Também, há poucas informações correlacionando os sistemas de manejo com o controle de plantas daninhas em pós-emergência (Oliveira Jr., 2006). Em estudo que comparou o efeito de sistemas de manejo no controle de *Digitaria insularis*, *Synedrellopsis grisebachii* e *Leptochloa filiformis*, todas em fase reprodutiva, antecedendo à semeadura direta de soja, Procópio et al. (2006) verificaram que a antecipação na aplicação de glyphosate resultou em menor rebrota em relação às aplicações mais próximas da semeadura. Ainda, a antecipação do manejo de plantas daninhas possibilitou a redução no uso de herbicidas em pós-emergência e, também, melhorou o controle das infestantes (Constantin et al., 2000). Por outro lado, Valentini et al. (2001), trabalhando com diferentes épocas de manejo, antecedendo a semeadura direta de feijão (0, 15 e 30 dias antes da semeadura), concluíram que não houve efeito das épocas de manejo das coberturas (nabo forrageiro, azevém e aveia-preta) sobre a população de plantas ou a produtividade do feijoeiro.

O efeito da época relativa de emergência cultura-ervas pode sofrer influência da densidade dessas (Stahlman & Miller, 1990). Segundo esses autores, a

emergência precoce de *Bromus tectorum* L., em altas densidades, reduziu mais a produtividade de trigo do que a emergência tardia. Em milho, 0,5 planta m<sup>-1</sup> de *Amaranthus palmeri* S. Wats. emergindo junto com a cultura reduziu mais intensamente a produtividade de grãos do que oito plantas da erva que emergiram posteriormente (Massinga et al., 2001). Nesse contexto, as diferenças em perdas de produtividade causados por ervas, entre experimentos, decorrem mais de diferenças em épocas de emergência das ervas do que propriamente da densidade das mesmas (Lutman et al., 2000).

Dentre os métodos propostos para reduzir os custos de produção e, também, a quantidade de agroquímicos distribuídos no ambiente, incluem-se a integração de técnicas de manejo e o emprego de doses de herbicidas abaixo daquelas usualmente recomendadas pelos fabricantes. Dose reduzida de herbicida satisfaz tanto as necessidades ambientais quanto às de redução do custo de produção. As doses herbicidas constantes nos rótulos dos produtos estão colocadas, muitas vezes, em níveis mais altos do que os necessários, de tal modo que o controle das ervas daninhas seja efetivamente garantido em amplas condições de ambiente e manejo (Devlin et al., 1991; Zhang et al., 2000). As doses recomendadas pelos fabricantes pretendem assegurar elevado controle sobre uma ampla gama de espécies daninhas, de variada suscetibilidade, mesmo em condições que podem não ser as ideais para a atividade do produto.

Níveis satisfatórios de controle de ervas freqüentemente são obtidos com uso de doses herbicidas abaixo daquelas que costumam ser recomendadas nos rótulos dos produtos. Várias pesquisas demonstram ser possível reduzir as doses sem causar prejuízo ao controle das infestantes e sem afetar a produtividade da cultura

(Devlin et al. 1991; Spandl et al. 1997; Stougaard et al. 1997; Brain et al. 1999; Boström & Fogelfors 2000; Hamill et al. 2004). Num destes trabalhos, comprovou-se ser viável adotar a tecnologia de reduzir doses de herbicidas gramínicos para metade das usuais, alcançando controle de papuã e produtividade de soja equivalentes àqueles obtidos com as doses recomendadas em rótulo (Fleck et al., 1997). Ainda, indicaram ser viável utilizar apenas meia-dose de herbicidas gramínicos para controle de papuã em soja, quando a aplicação for realizada até a quarta semana após a emergência da cultura.

Neste aspecto, este trabalho teve por objetivo estudar a viabilidade de se incorporar práticas culturais diversificadas no manejo integrado de ervas daninhas em soja visando aumentar o potencial de supressão da cultura sobre as plantas competidoras. Ainda, teve por metas investigar a possibilidade de uso de dose reduzida do herbicida gramínico clethodim, aplicado em pós-emergência, para controlar papuã em soja e quantificar a influência da época de aplicação do controle químico de papuã na resposta de características agrônômicas da soja. O alvo desse trabalho foi manejar e controlar a espécie daninha papuã, que se constitui na principal infestante gramínea em lavouras de soja da região Sul do Brasil.

## **2. CAPÍTULO I - INTEGRAÇÃO DE PRÁTICAS DIVERSIFICADAS NO MANEJO DE PAPUÃ EM SOJA**

### **2.1 RESUMO**

O grau de interferência mútua que se exerce entre plantas daninhas e cultivadas pode ser afetado pelas espécies concorrentes, por seu nível populacional, pelo arranjo espacial da cultura, pela época relativa de sua emergência e pela duração da competição. Com o objetivo, de avaliar práticas culturais diversificadas no manejo de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja, foi conduzido um experimento a campo. O experimento foi instalado na EEA/UFRGS, em Eldorado do Sul – RS, no ano agrícola 2005/06. Os fatores e tratamentos comparados foram: épocas de dessecação da cobertura vegetal (0 e 10 dias antes da semeadura da soja - DAS); cultivares de soja (BRS 232 e Fepagro-RS 10) e espaçamentos entre fileiras da cultura (25 e 50 cm). Foram incluídos tratamentos padrões para ambas as cultivares, com dessecação da cobertura realizada 10 DAS, espaçamento entre fileiras de 50 cm e controle químico de papuã em pós-emergência. Avaliaram-se produtividade biológica e produtividade de grãos de soja e outras características agronômicas. Os resultados mostram que o atraso na semeadura da soja, em relação à data de dessecação da cobertura vegetal, aumenta os efeitos negativos do papuã sobre a

cultura, comprometendo a produtividade de grãos e outras características. A redução do espaçamento entre fileiras de soja proporciona maior capacidade da cultura competir com papuã. Geralmente, a maioria das características agrônômicas avaliadas em soja expressa os melhores indicadores quando a dessecação é realizada no mesmo dia da semeadura e o espaçamento entre fileiras é reduzido de 50 para 25 cm.

## 2.2 INTRODUÇÃO

A adoção do sistema de semeadura direta possibilita maior flexibilidade na época de semeadura das culturas, permitindo que essas sejam estabelecidas desde logo até vários dias após o manejo da cobertura vegetal antecessora; com isso, também o controle químico das plantas concorrentes pode ser flexibilizado. No entanto, com o intuito de racionalizar o uso dos herbicidas, há necessidade de se definir os limiares econômicos decorrentes da interferência das ervas daninhas que justifiquem a utilização do controle químico. O grau de interferência exercido por plantas daninhas na cultura da soja depende, por exemplo, da espécie daninha presente, de seu nível populacional e da época relativa de emergência.

A utilização de métodos culturais no manejo de plantas daninhas é sempre importante dentro de sistemas agrícolas conservacionistas que visam reduzir a quantidade de herbicidas no ambiente e o risco do surgimento de biótipos de espécies daninhas resistentes a herbicidas (Young, 2006) . Também, é importante o emprego desses métodos em situações em que o controle químico para determinada espécie seja limitado pela indisponibilidade de herbicidas seletivos

(Blackshaw et al., 2000). Nesse contexto, preconiza-se o manejo integrado de plantas daninhas, no qual deve-se utilizar um conjunto de práticas diversificadas. Contudo, o sistema de semeadura direta restringe o uso de métodos mecânicos para eliminação de plantas daninhas. Dependendo da eficiência do sistema adotado, pode haver dificuldade em controlar plantas daninhas, com conseqüente incremento na necessidade de uso de herbicidas em certas culturas (Johnson et al., 1989). Todavia, os métodos culturais podem ser adotados em qualquer sistema de cultivo.

A primeira prática importante a considerar na adoção do manejo cultural de plantas daninhas é a escolha de cultivares que apresentem elevada habilidade competitiva com as espécies infestantes. A velocidade de crescimento inicial associa-se diretamente, entre outros fatores, ao aproveitamento da radiação solar no início do ciclo das plantas cultivadas (Almeida et al., 1988). Além disso, o rápido crescimento das raízes permanentes, em plantas com rápido crescimento inicial, maximiza o aproveitamento de água e de nutrientes pela cultura (Seibert & Pearce, 1993).

A utilização de cultivares detentores de elevada capacidade competitiva é uma prática importante a considerar na adoção do manejo cultural de ervas daninhas. No caso da soja, as cultivares respondem diferentemente à interferência de plantas daninhas, indicando que existe variabilidade genética que permite selecionar genótipos portadores de habilidade competitiva superior (Fleck et al., 2006). Por exemplo, plantas de soja detentoras de estatura elevada e ciclo tardio apresentam habilidade competitiva superior à daquelas de porte baixo e ciclo precoce (Lamego et al., 2004). Além disso, cultivares de soja portadores de habilidade competitiva superior, além de tolerarem a competição, preservando o

potencial de produtividade de grãos, também causam supressão na produção de grãos das plantas concorrentes associadas (Lamego et al., 2004).

Estudos sobre competitividade de culturas com plantas daninhas permitem desenvolver tecnologias para inserir em sistemas de manejo integrado. Incremento na habilidade competitiva de culturas com plantas daninhas pode alcançar êxito ao se combinar ambiente favorável ao desenvolvimento da cultura com práticas que reduzam a densidade e o crescimento das plantas infestantes (Buhler, 2002). A habilidade de uma planta competir com outra começa a se delinear desde sua emergência, quando a prioridade na utilização de recursos do ambiente geralmente é obtida por aquela que emerge mais cedo. Deste modo, perdas em produtividade decorrem, em maior proporção, devido à época de emergência das plantas daninhas em relação à cultura do que em função da densidade das ervas (Kropff & Lotz, 1992). Pesquisa realizada por Dieleman et al. (1995) demonstrou que *Amaranthus retroflexus* L. (caruru) causou maior prejuízo na produtividade de grãos quando emergiu junto com a soja do que quando emergiu mais tarde. No sistema de semeadura direta, quanto mais próximo da data de semeadura for efetuada a dessecação de espécies como *Sida rhombifolia* (guanxuma) e *Bidens* spp. (picão-preto), menores são as perdas em produtividade de grãos da cultura (Rizzardi et al., 2003).

Outra vantagem decorrente da emergência antecipada da cultura em relação às plantas daninhas refere-se à partição de matéria seca nessas. Em sorgo, por exemplo, quanto mais tarde as plantas de caruru emergiram, em relação às plantas da cultura, mais fotoassimilados da planta daninha foram utilizados para formar folhas e hastes do que para formar estruturas reprodutivas (Knezevic et al., 2001).



Em conseqüência, houve expressiva redução na produção de sementes por plantas de caruru devido ao atraso relativo em sua emergência.

Na cultura da soja, a competição de plantas daninhas é responsável por perdas relevantes na produtividade de grãos. No entanto, devido à soja ser uma espécie que apresenta características de plasticidade, ela mostra respostas adaptativas às condições de ambiente e de manejo em que cresce (Melges et al., 1989). Assim, características morfofisiológicas das plantas influenciam as relações de competição entre cultura e plantas daninhas. A estatura e o ciclo de desenvolvimento, por exemplo, são características que têm sido associadas positivamente com habilidade competitiva na cultura da soja. Genótipos com maior duração de ciclo e estatura de planta mais elevada podem reduzir a produção e o tamanho das sementes de plantas daninhas devido ao incremento de competitividade da cultura (Bennett & Shaw, 2000).

Em geral, os efeitos da competição por radiação solar (luz) manifestam-se em incremento na estatura da planta, sendo essa a forma encontrada pelos indivíduos para escapar ao sombreamento que lhes é imposto. Em soja, a redução da quantidade de luz prolongou o período de maturação da cultura, decresceu o número de folhas e de legumes, além de ter favorecido o alongamento do caule, alterando a distribuição de assimilados em diversos órgãos da plantas (Melges et al., 1989).

Características de plantas, como elevada velocidade de emergência e rápido crescimento inicial, estão diretamente relacionadas à rapidez de ocupação do nicho e ao sucesso competitivo das plantas cultivadas sobre suas concorrentes pelos recursos do meio (Fischer & Miles, 1973). Crescimento inicial rápido é importante,

porque é no período vegetativo que, em geral, se estabelecem relações definitivas da competição entre plantas daninhas e cultivadas. Por exemplo, o atraso na emergência da soja em relação ao picão-preto e guaxuma aumenta os efeitos negativos dessas espécies sobre a cultura, os quais são potencializados pelo incremento da densidade, principalmente de picão-preto (Fleck et al. 2004). O sucesso da competição da soja com as plantas daninhas tem sido atribuído às características do crescimento das cultivares, dentre as quais podem-se citar a velocidade de emergência, a altura de plantas, o acúmulo de massa, a arquitetura do dossel (Shaw et al., 1997; Blaskshaw et al., 2005) e o arranjo espacial da cultura, pois a luz é um dos recursos pelo qual as plantas daninhas mais competem com as culturas. Características críticas de competição por luz incluem taxa de crescimento e altura das plantas (Lindquist et al., 1998). Foi referido que o aumento na interceptação da luz pela soja deve-se ao aumento na densidade de plantas da cultura e à redução no espaçamento entre suas fileiras (Tollenaar et al., 1994).

A supressão do crescimento de plantas daninhas em soja, por meio da redução do espaçamento entre fileiras da cultura (arranjo de plantas), encontra amplo respaldo na literatura (Ruedell et al., 1981; Chemale et al., 1988; Nice et al., 2001; Pires et al., 2001; Young et al., 2001; Koger et al., 2002; Puricelli et al., 2003; Knezevic, et al., 2003; Hock, et al., 2006). A redução do espaçamento entre as fileiras, além de propiciar maior e mais rápida cobertura do solo pelas plantas de soja (Pires et al., 1998; Dalley, 2004) e, conseqüentemente, maior capacidade em afetar o crescimento de plantas daninhas (Balbinot Jr. et al., 2003), também pode influenciar o crescimento das raízes. A redução do espaçamento entre fileiras propicia aumento da interceptação de luz pelo dossel das plantas cultivadas. Assim,

a cultura ocupa o espaço de forma mais acelerada, diminuindo a disponibilidade de recursos ao crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas, aumentando a capacidade da cultura em competir com as competidoras (Tharp & Kells, 2001; Knezevic et al., 2003).

Resultados obtidos para redução do espaçamento entre as fileiras da soja demonstraram que esta prática pode melhorar o controle de plantas daninhas e, também, a produtividade (Johnson et al., 1997; Hock et al., 2006). Em estudo conduzido por Puricelli et al. (2003), a produção de massa pelas plantas de soja aos 40 dias após a semeadura foi maior em espaçamentos estreitos do que em espaçamentos largos, confirmando maior habilidade competitiva da soja com a espécie daninha *Anoda cristata* em espaçamentos reduzidos.

Neste aspecto, foi conduzido um experimento a campo para estudar a viabilidade em se incorporarem práticas culturais diversificadas no manejo integrado de plantas daninhas em soja, visando aumentar o potencial de supressão da cultura sobre as competidoras.

### **2.3 MATERIAL E MÉTODOS**

Foi conduzido um experimento em campo no ano agrícola 2005/06, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada em Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental está classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, pertencendo à unidade de mapeamento São Jerônimo (EMBRAPA, 1999). Antecedendo à instalação do

experimento, o solo da área foi amostrado para análise físico-química, resultando os seguintes valores: argila 26 %; M.O. 2,7 %; pH (em água) 6,1; índice SMP 6,6; P 9,0 mg L<sup>-1</sup>; K 204 mg L<sup>-1</sup>; Al 0 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Ca 4,3 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg 2 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; e CTC efetiva 9,0 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

O experimento foi implantado utilizando-se o sistema de semeadura direta, em área onde houve cultivo anterior de trigo durante a estação fria. O manejo da cobertura vegetal presente na área foi realizado em novembro, consistindo na pulverização dos herbicidas glyphosate (1080 g de equivalente ácido ha<sup>-1</sup>), paraquat + diquat (300 + 100 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate (900 g de equivalente ácido ha<sup>-1</sup>), aplicados aos 38, 33 e 10 dias antes da semeadura da soja, respectivamente. Uma quarta dessecação foi realizada com glyphosate (900 g de equivalente ácido ha<sup>-1</sup>) no mesmo dia em que foi realizada a semeadura da soja, a fim de eliminar ervas daninhas que germinaram tardiamente e que não foram controladas com a aplicação anterior. Esta última aplicação de dessecante foi realizada apenas naquelas parcelas em que a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura. A terceira e a quarta dessecação tiveram por finalidade servir como referência para o estabelecimento dos tratamentos relativos às épocas de dessecação. O controle seletivo das espécies daninhas dicotiledôneas em pós-emergência foi efetuado através da aplicação do herbicida cloransulam-methyl (42 g ha<sup>-1</sup>).

A área experimental estava infestada por papuã, gramínea que ocorreu em populações variáveis entre 133 e 148 plantas m<sup>-2</sup>, cuja avaliação foi realizada 10 DAE da cultura. O controle desta espécie nas testemunhas onde era requerida sua eliminação foi realizado mediante aplicação do herbicida graminicida clethodim na dose de 96 g ha<sup>-1</sup>, mais o adjuvante Joint Oil, usado na concentração de 0,5% v/v.

Para realizar as aplicações do herbicida, utilizou-se pulverizador costal de precisão, operando-se com bicos de jato plano, em leque, série 110.03, à pressão constante de 150 kPa, distribuindo-se volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado no estudo foi o esquema fatorial com blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores e tratamentos comparados foram: duas épocas de dessecação da cobertura vegetal, em relação à data de semeadura da soja (0 e 10 dias antes da semeadura), duas cultivares de soja (Tabela 2.1) e dois espaçamentos entre fileiras de soja (25 e 50 cm). De modo a estabelecer padrões de comparação, foram mantidas testemunhas sem papuã, através de controle químico, para ambas as cultivares no espaçamento de 50 cm, este o usualmente utilizado por sojicultores. Estas testemunhas padrões foram utilizadas nos resultados para fins de comparação com os demais tratamentos. Cada unidade experimental mediu 12 m<sup>2</sup> (3 x 4 m), constando de sete e quatro fileiras de soja nos espaçamentos de 0,25 e 0,5 m, respectivamente. A área útil delimitada para colheita foi 3,75 m<sup>2</sup> (1,25 x 3 m) para o espaçamento entre fileiras de 0,25 m (englobando as cinco fileiras centrais, desprezados 0,5 m em suas extremidades) e de 3 m<sup>2</sup> (1 x 3 m) para o espaçamento de 0,5 m (incluindo as duas fileiras centrais, menos 0,5 m nas extremidades). As cultivares de soja utilizadas no estudo foram escolhidas devido apresentarem características de ciclo e estatura contrastantes (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Características de plantas de duas cultivares de soja utilizadas em estudo de competição com papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Cultivares	Duração do ciclo (dias)	Estatura de planta (cm)
Fepagro-RS 10	Tardia (147)	Alta (96)
BRS 232	Precoce (124)	Média (78)

Fonte: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2004/05).

Efetou-se adubação do solo 33 dias antes da semeadura da soja, por ocasião da rolagem mecânica da cobertura vegetal. Realizou-se distribuição do adubo a lanço, em superfície, aplicando-se  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 5-20-20, o que correspondeu à adição de 25, 100 e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. As quantidades de nutrientes necessárias foram determinadas com base no resultado da análise de solo.

Antecedendo à semeadura, as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e foram tratadas com o fungicida captan + molibdênio ( $118 + 7 \text{ g } 100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes). A semeadura da soja foi realizada no dia 12 de dezembro de 2005. A emergência das plantas ocorreu após 7 dias e a colheita em 28 de abril de 2006 (129 após a emergência da cultura). A densidade de semeadura foi ajustada de acordo com o poder germinativo das sementes, objetivando-se alcançar densidades equivalentes por área para os dois espaçamentos entre fileiras, ou sejam, 10 plantas por metro para o de 25 cm e 20 para o de 50 cm, para ambas as cultivares. Durante os meses de desenvolvimento da cultura foram realizadas nove suplementações hídricas por meio de irrigações por aspersão. Durante o ciclo da cultura foi necessário realizar aplicações periódicas de inseticidas para manter sob controle os insetos-praga que ocorreram, de modo que seu dano não prejudicasse o desenvolvimento da cultura (Reunião..., 2005).

No estágio  $R_1$  da soja e também logo após a colheita, avaliou-se visualmente a cobertura do solo pelo papuã. Para isso, utilizou-se escala percentual, em que nota zero correspondeu a nenhuma planta de papuã na área útil da parcela e nota 100 significou cobertura completa da parcela por plantas de papuã. A avaliação foi

realizada por três avaliadores que atribuíram individualmente suas notas, as quais foram então somadas e obtidas as respectivas médias.

As variáveis avaliadas na cultura por ocasião da colheita foram: produtividade biológica aparente da soja (PBA), índice de colheita aparente (ICA), estatura de planta, comprimento e número de ramos laterais, número de nós no caule, componentes da produtividade de grãos (número de legumes por planta, número de grãos por legume e massa do grão) e produtividade de grãos. Para obtenção dessas variáveis, exceto para produtividade de grãos, foi coletada amostra de 10 plantas, aleatoriamente, em cada parcela, as quais foram cortadas ao nível do solo. Após o corte, separaram-se os grãos do restante da planta, sendo ambas as partes secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até se obter massa constante, quando então foram pesadas. Também, contou-se o número de plantas de soja colhidas por parcela.

A PBA compreendeu o somatório das massas das frações da parte aérea seca das plantas, incluindo legumes e grãos. A divisão da massa seca dos grãos pela produtividade biológica aparente forneceu o ICA (expresso em percentagem). Na mesma amostra, também foram determinados: estatura de planta, número de nós no caule, comprimento e número médio de ramos laterais por planta. Considerou-se como ramo lateral aquele que possuísse ao menos dois nós. Também, foram realizadas as determinações dos componentes de produtividade. O massa do grão (representado pela massa de 1000 grãos) foi obtido a partir da massa de quatro amostras de 100 grãos separados aleatoriamente do total de grãos presentes na amostra retirada de cada parcela, os quais tiveram a umidade padronizada para teor de 13%. Na contagem de número de legumes produtivos,

considerou-se como tal todo aquele que apresentasse ao menos um grão formado (Costa & Marchezan, 1982). O número de grãos por legume foi calculado dividindo-se o número de grãos pelo número de legumes obtidos em cada amostra de plantas. A produtividade de grãos da soja foi obtida a partir da colheita das plantas presentes em cinco ou duas fileiras centrais de cada parcela, respectivamente, para os espaçamentos entre fileiras 0,25 e 0,5 m (desprezando-se 0,5 m em suas extremidades). Após trilha, limpeza e pesagem dos grãos, foi determinada sua umidade e, posteriormente, as massas foram padronizadas para 13% de umidade. Os valores de produtividade de grãos e PBA foram expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Já, os valores correspondentes aos números de legumes produtivos e de legumes chochos foram expressos por unidade de área (m<sup>2</sup>); para isso, foram estimados a partir do número de plantas de soja colhidas em cada parcela.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância, através do teste F, adotando-se como limites de aceitação os níveis de 5% de probabilidade para significância dos efeitos individuais dos fatores e de 10% para os casos de interação de fatores (Riboldi, 1993). A análise estatística foi realizada com auxílio do programa computacional SAS (SAS, 1999).

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância relativa à avaliação visual de cobertura do solo pelo dossel de papuã, realizada no estádio R<sub>1</sub> e na colheita da soja, mostrou interação para espaçamentos entre fileiras de soja e épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja (Figuras 2.1 e 2.2). Tanto no estádio R<sub>1</sub> como na colheita da cultura, os resultados assemelham-se. Contudo, houve uma



pequena elevação nas percentagens, comparando-se as épocas de avaliação, para dessecação executada no mesmo dia da sementeira da soja para ambos os espaçamentos. Em relação às épocas de dessecação da cobertura vegetal, verificou-se que os maiores valores ocorreram na situação em que a dessecação foi realizada 10 dias antes da sementeira da soja (DAS), para ambos os espaçamentos.

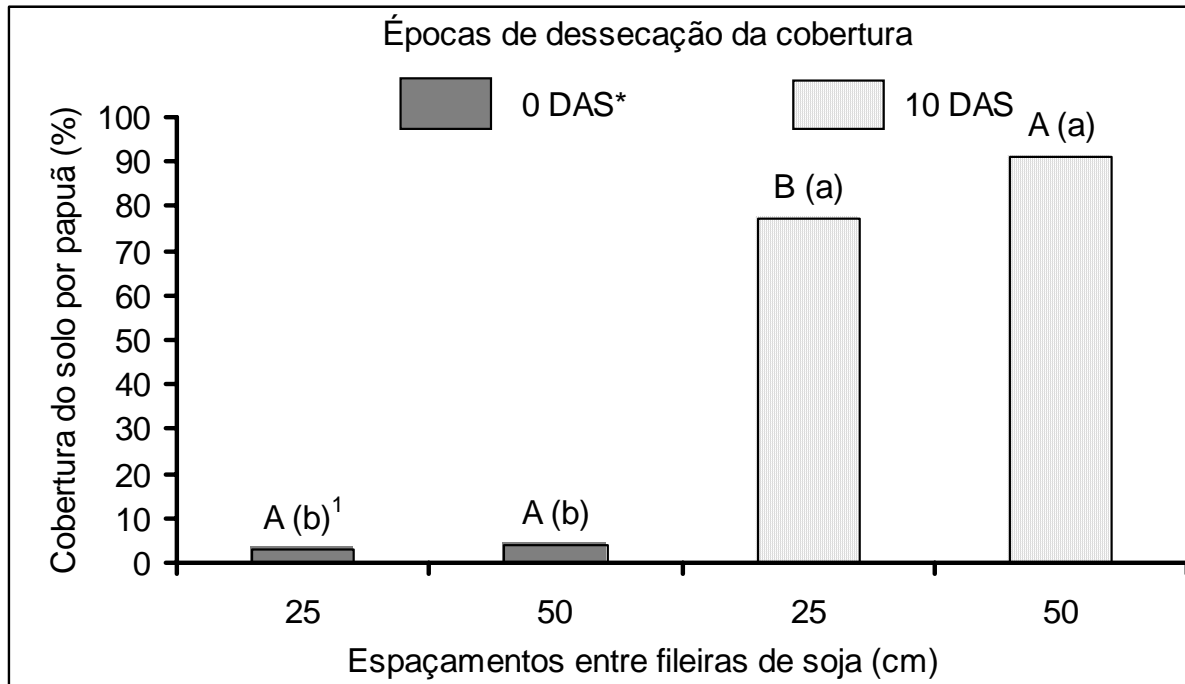


Figura 2.1 - Cobertura do solo pelo dossel de papuã (*Brachiaria plantaginea*) avaliada no estágio R<sub>1</sub> da soja, em resposta a espaçamentos entre fileiras e épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da sementeira da soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando os espaçamentos na mesma época de dessecação da cobertura vegetal, e minúscula comparando as épocas de dessecação da cobertura vegetal no mesmo espaçamento entre fileiras da soja não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja. Coeficiente de variação: 18%.

\* DAS = dias antes da sementeira da soja.

O manejo prévio da cobertura vegetal no sistema de sementeira direta é fundamental para o adequado desenvolvimento da cultura. O controle da infestação de papuã, como de outras espécies daninhas, antes da sementeira, permite que a cultura se desenvolva livre de interferências desde o início do ciclo e impede que ocorram rebrotos ou reinfestações posteriores na área, facilitando a ação dos

herbicidas após a emergência da cultura (Almeida, 1988). Ainda, segundo Constatin et al. (2000), quando a soja se estabelece sem a presença de plantas daninhas, terá maior poder de competição, dificultando o estabelecimento dessas durante o desenvolvimento da cultura. Além disso, o aumento da massa de resíduos vegetais, onde não for realizado controle químico de plantas daninhas, pode reduzir a infestação de espécies gramíneas e aumentar a produtividade da soja (Vidal et al., 1998).

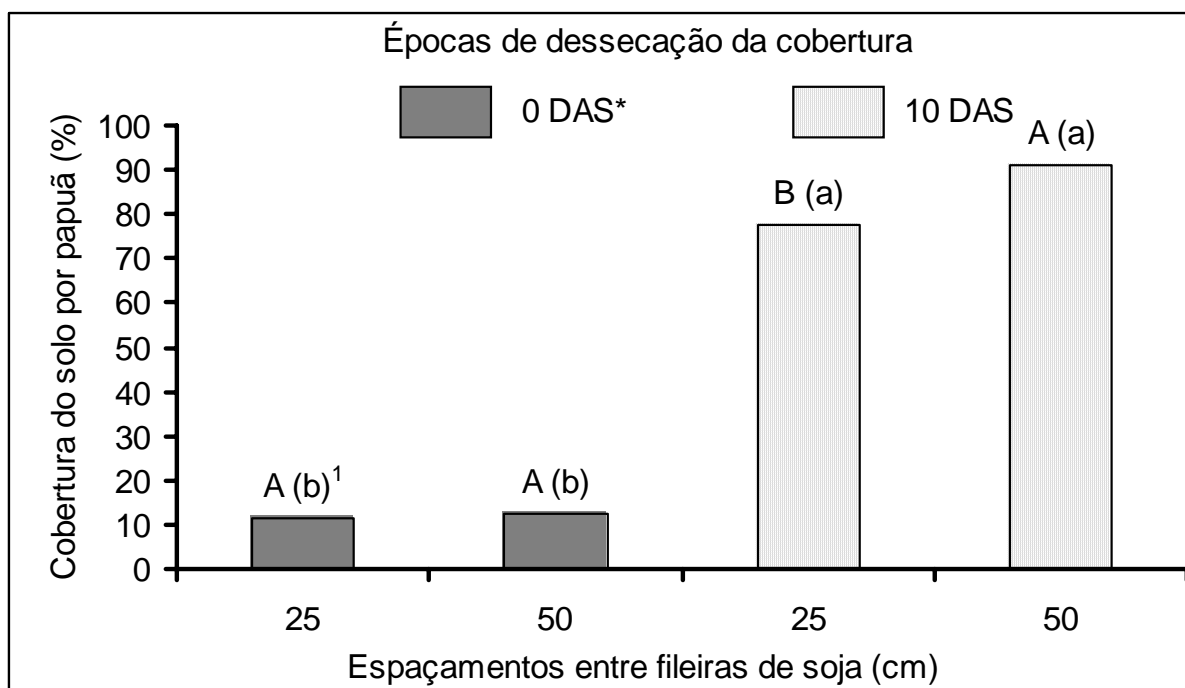


Figura 2.2 - Cobertura do solo pelo dossel de papuã (*Brachiaria plantaginea*) avaliada na colheita da soja, em resposta a espaçamentos entre fileiras e épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando os espaçamentos na mesma época de dessecação da cobertura vegetal, e minúscula comparando as épocas de dessecação da cobertura vegetal no mesmo espaçamento entre fileiras da soja não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja. Coeficiente de variação: 13,9%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

Comparando-se os espaçamentos entre fileiras de soja (Figuras 2.1 e 2.2), constatou-se que, quando a dessecação da cobertura ocorreu no mesmo dia da semeadura da soja, houve equivalência entre espaçamentos para cobertura. Já,

quando a dessecação ocorreu 10 DAS, os espaçamentos diferiram. Nesta condição, a cobertura do solo por papuã no espaçamento de 50 cm superou o de 25 cm em 17 e 18%, respectivamente, para as avaliações realizadas no estágio R<sub>1</sub> e na colheita da soja. A cobertura do solo por papuã afetou as variáveis legumes produtivos e número de grãos por legume, mas não a massa do grão.

A época relativa de emergência da cultura influencia a capacidade com que ela pode suprimir as plantas daninhas. Em trabalho conduzido por Rizzardi et al. (2003), observou-se que à medida em que a emergência da soja antecipou-se à emergência de picão-preto (*Bidens pilosa*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), menor foi o impacto dessas no desenvolvimento da cultura. Esses resultados reforçam a idéia de que as espécies daninhas que emergem mais cedo obtêm vantagem, relativamente àquelas que emergem mais tarde, tornando-se melhor competidoras por recursos do ambiente.

No caso da soja, ainda não há um consenso quanto à época ideal de dessecação antes da semeadura. Atualmente, o usual é fazer-se a dessecação 10 dias antes da semeadura, pois este período evita efeitos alelopáticos dos resíduos da cobertura e previne competição precoce por água e nutrientes. Entretanto, existe o caso do papuã, uma espécie gramínea com rota fotossintética C<sub>4</sub> que apresenta rápido crescimento e alta capacidade competitiva. Caso o papuã se estabeleça antes da soja, ele pode ocupar rapidamente o espaço e dominar a cultura desde estádios iniciais, causando sérios prejuízos. O uso de cultivares de soja mais competitivas, que apresentem rápido crescimento inicial, limitando o espaço e os recursos para as plantas daninhas se desenvolverem, e o uso de espaçamento reduzido entre fileiras, representam alternativas para aumentar a capacidade da soja

suprimir as plantas daninhas, inclusive o papuã. A adoção do sistema de semeadura direta possibilita maior flexibilidade na época de semeadura da soja, permitindo que ela seja semeada desde logo até vários dias após realizado o manejo da cobertura vegetal antecedente.

A competição exercida pelo papuã durante o ciclo da soja reduziu a população final de plantas. Não houve efeitos significativos relativos aos fatores espaçamentos entre fileiras ou cultivares de soja. No entanto, quando a dessecação aconteceu 10 DAS da soja, ocorreram reduções de 42 e 47% no número de plantas de soja por área, cuja população diferiu tanto da dessecação praticada no dia da semeadura quanto do tratamento padrão, respectivamente (Figura 2.3). A população de plantas de soja, no início do ciclo, esteve próximo à ideal, variando entre 36 e 42 plantas por  $m^2$  para todas as combinações de tratamentos. Supõe-se que tenha ocorrido mortalidade de plantas para dessecação praticada 10 DAS, decorrente da competição imposta pelo papuã, haja vista a elevada cobertura do solo que ele proporcionou nesta condição. Neste sentido, Knake (1992) relatou que as plantas daninhas afetam a soja de diferentes maneiras, entre elas, redução da população da cultura.

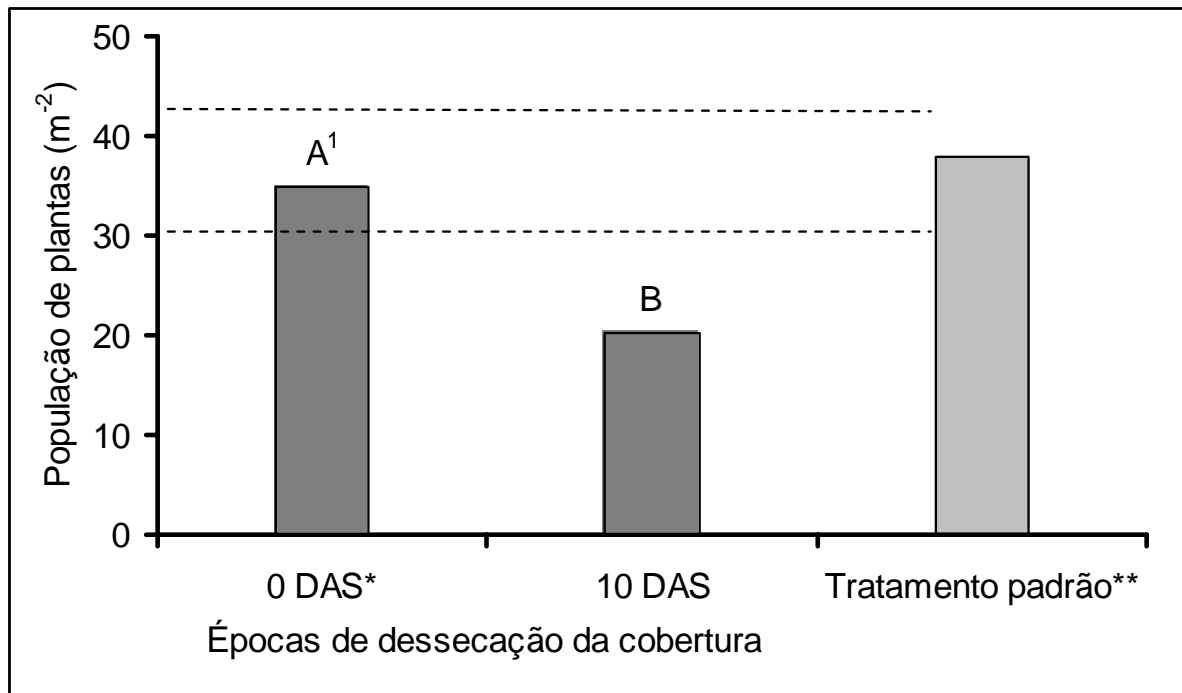


Figura 2.3 – População de plantas de soja avaliada na pré-colheita em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja e dois espaçamentos entre fileiras da cultura. Coeficiente de variação: 21,8%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 11,7%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

Em resposta à densidade, muitas plantas apresentam ajustamento fenotípico, promovendo mudanças da morfologia e da fisiologia devido à escassez ou alterações no padrão de uso de recursos. A mortalidade dependente da densidade, muitas vezes acontece no estágio de plântula. A morte de plantas, como observado neste estudo, pode ser explicada pela capacidade de auto-ajuste que elas apresentam quando há restrição do ambiente em que se encontram. Esse fenômeno foi demonstrado por Yoda et al. (1963), quando estabeleceram a denominada “lei da potência 3/2”, segundo a qual, a competição entre plantas da mesma espécie ou plantas de espécies diferentes faz com que a matéria seca individual diminua de

forma exponencial negativa com o incremento da densidade populacional, podendo ocorrer mortalidade de plantas. O estabelecimento e a sobrevivência das plântulas de soja foram afetados pela presença de plantas de papuã, sendo a qualidade e a quantidade de luz, provavelmente, os mecanismos envolvidos. A inter-relação da mortalidade de plantas e da plasticidade do indivíduo tem sido estudada intensivamente em monocultivos (Radosevich et al., 1997).

A estatura de plantas de soja foi influenciada diferentemente pelas épocas de dessecação da cobertura vegetal (Figura 2.4). Não houve diferenças significativas para os efeitos simples de espaçamentos entre fileiras ou para cultivares de soja. Maior estatura de planta ocorreu quando a dessecação da cobertura vegetal foi realizada aos 10 DAS. Este comportamento pode decorrer do efeito direto causado pela interferência do papuã sobre o crescimento inicial das plantas de soja, alterando a qualidade e/ou reduzindo a quantidade de luz incidente sobre as mesmas, resultando em modificação da estatura. O fenômeno, conhecido como estiolamento, pode ser responsável pela maior estatura e menor massa de matéria seca das plantas de soja. Normalmente, há maior alocação de recursos para o caule, na tentativa da planta atingir altura maior, que lhe possibilite competir vantajosamente por luz (Ballaré, 1999). Vale destacar que as variáveis legumes produtivos, PBA e produtividade de grãos correlacionaram-se negativamente com a estatura da planta de soja.

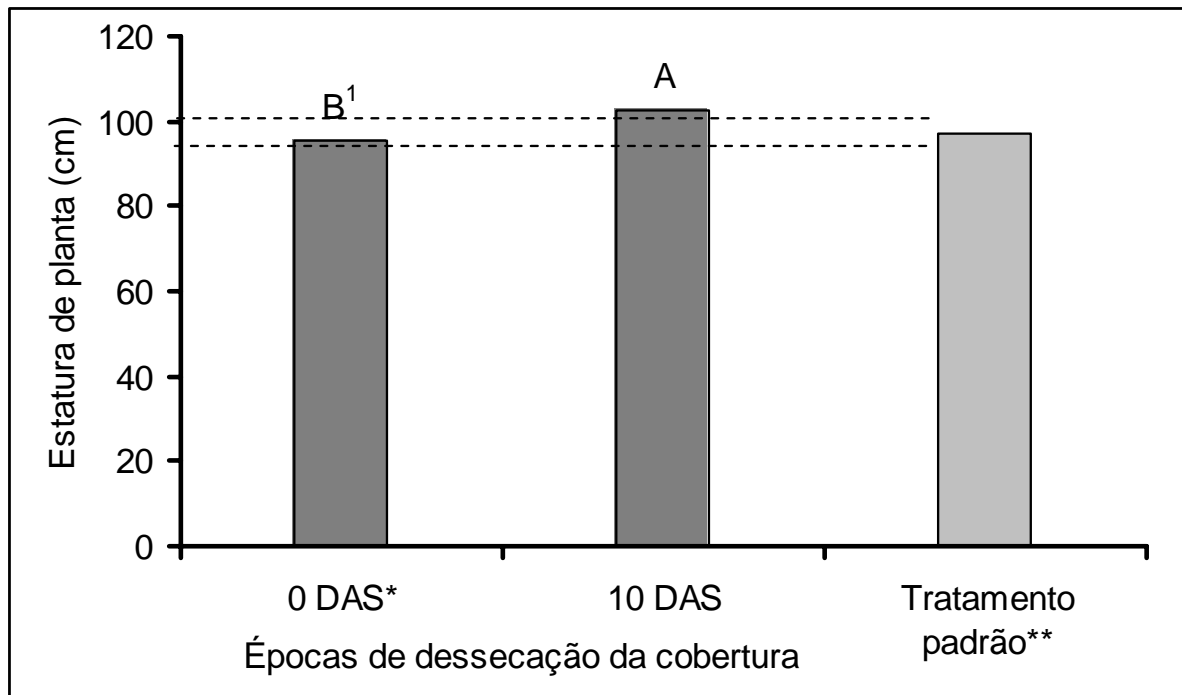


Figura 2.4 – Estatura de planta de soja determinada na pré-colheita, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja e para dois espaçamentos entre fileiras da cultura. Coeficiente de variação: 3,8%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 4,9%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

Verificou-se interação de cultivares de soja e épocas de dessecação da cobertura vegetal para a variável número de ramos por área (Figura 2.5). Assim, a cultivar BRS 232 apresentou maior número de ramos por área, em relação à Fepagro-RS 10, quando a dessecação da cobertura vegetal ocorreu no mesmo dia da semeadura da soja. Entretanto, quando a dessecação aconteceu aos 10 DAS, o número de ramos se equipalou entre ambas as cultivares. Comparando-se as épocas de dessecação da cobertura vegetal, constatou-se que as maiores reduções no número de ramos ocorreram quando a dessecação foi realizada aos 10 DAS, para ambas as cultivares. As reduções relativas no número de ramos por área, entre

as épocas de dessecação da cobertura aos 0 e 10 DAS, foram de 68 e 52%, respectivamente, para as cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10. O número de ramos da cultivar BRS 232, quando a semeadura ocorreu no mesmo dia da dessecação, não diferiu do tratamento padrão, enquanto nos demais casos, eles foram inferiores ao deste. Vale destacar que as variáveis legumes produtivos, PBA e produtividade de grãos correlacionaram-se positivamente com o número de ramos, principalmente, mas também, com o comprimento dos ramos.

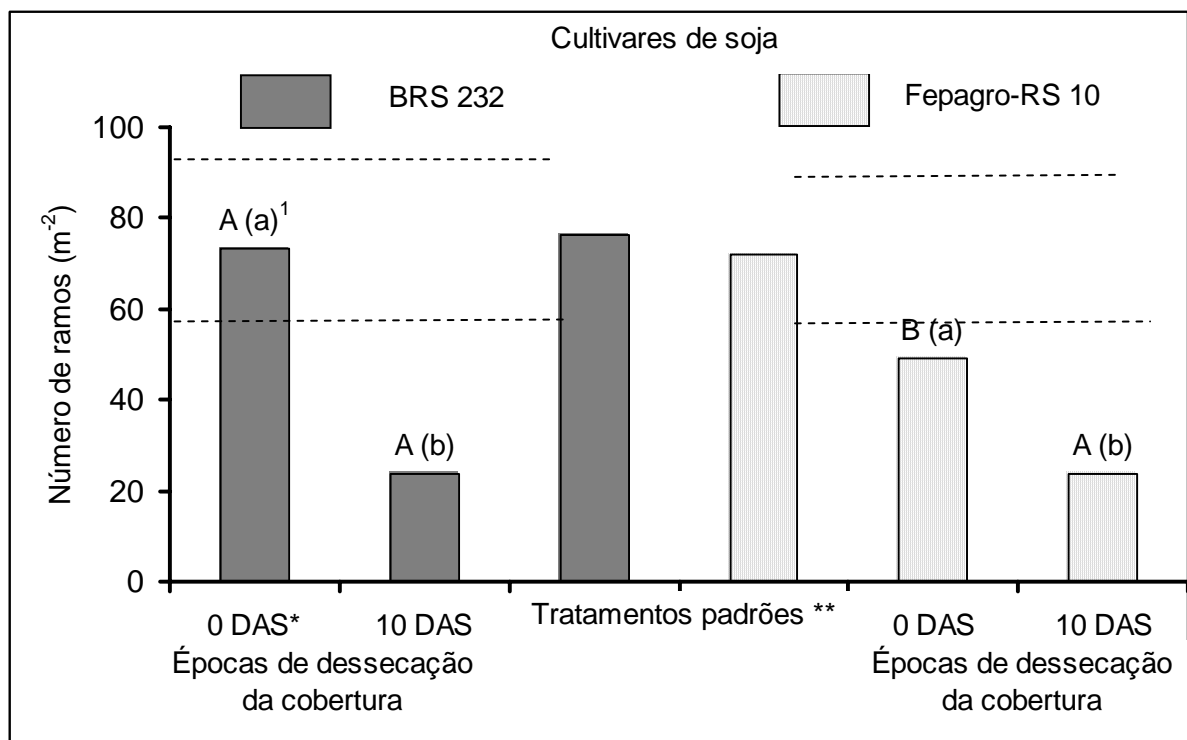


Figura 2.5 – Número de ramos de soja por área, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura e a cultivares de soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando cultivares na mesma época de dessecação da cobertura vegetal, e minúscula comparando as épocas de dessecação da cobertura vegetal na mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para dois espaçamentos entre fileiras da cultura. Coeficiente de variação: 32,3%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficientes de variação: 28,5% e 20,2%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).



No presente experimento não houve diferença entre os espaçamentos para a variável número de ramos por área. Estes resultados diferem dos encontrados por Board et al. (1990) e Rambo et al. (2003), os quais verificaram que a redução do espaçamento entre fileiras aumentou o número e o comprimento dos ramos. Segundo Ballaré et al. (1995), o crescimento das plantas é modificado pela população de plantas, sendo que isto ocorre, em parte, por mecanismos que usam informações sobre a luz incidente no ambiente, por meio de fotosensores específicos. Exemplificam que, com o aumento da população, ocorrem mudanças na relação vermelho/vermelho extremo, sendo aquelas respostas, sinais para que a planta diminua a formação de ramos.

As respostas mais características das plantas às alterações na qualidade e quantidade de luz, oriundas do sombreamento mútuo das plantas ou da competição por luz, refletem-se no padrão de distribuição de recursos na planta. Diante disto, é provável que no início do ciclo da soja, quando em competição com o papuã, as plantas da cultura tenham desenvolvido maior crescimento em estatura, em detrimento da ramificação (Ballaré, 1999). O número de ramificações por planta da soja e seu desenvolvimento correlacionam-se com a competição intraespecífica por fatores do meio, como luz, água e nutrientes (Thomas et al., 1998).

Em relação à variável comprimento médio de ramos de soja, houve efeito significativo para a interação de espaçamentos entre fileiras de soja e épocas de dessecação da cobertura vegetal (Figura 2.6). Comparando-se os espaçamentos entre fileiras, em cada época de dessecação, não houve diferenças entre eles. O atraso da semeadura da soja, em relação à dessecação praticada no dia da semeadura, reduziu em 33% o comprimento médio de ramos por planta no

espaçamento de 25 cm; entretanto, não foi observada variação no espaçamento entre fileiras de 50 cm. Quando a dessecação da cobertura foi executada no mesmo dia da semeadura da soja, ambos os espaçamentos entre fileiras não diferiram do tratamento padrão. Contudo, para dessecação realizada 10 DAS, ambos os espaçamentos diferiram do tratamento padrão, com decréscimos de 28 e 18% no comprimento de ramos, respectivamente para 25 e 50 cm.

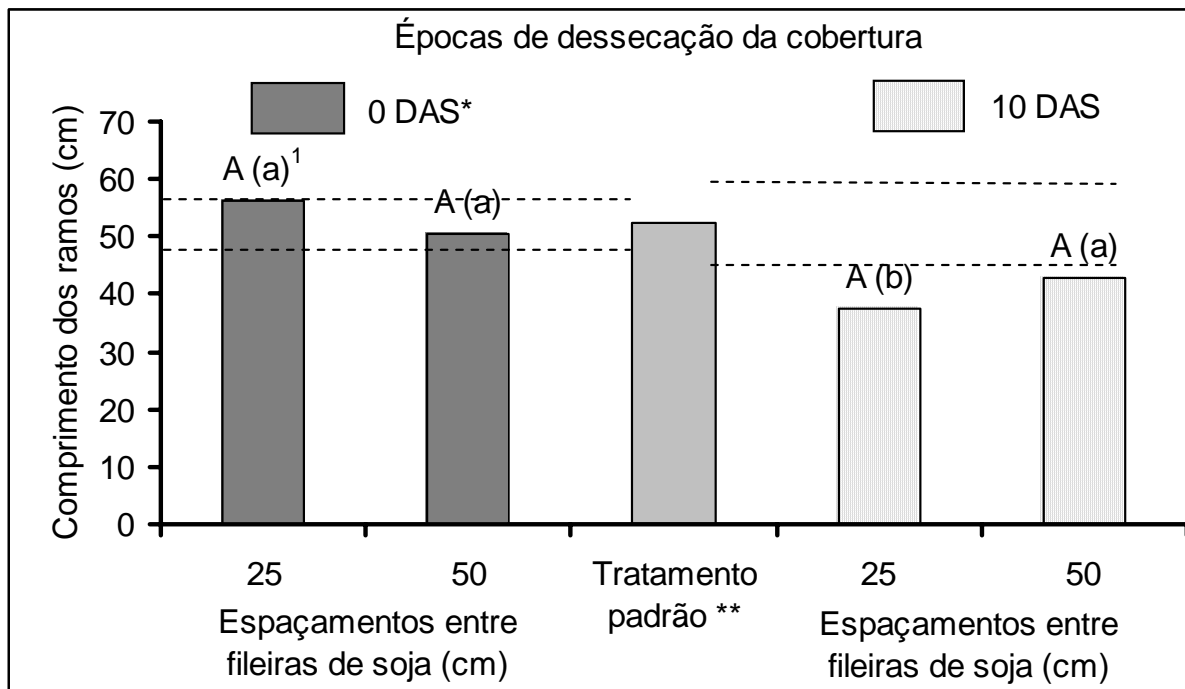


Figura 2.6 – Comprimento médio de ramos de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja e de espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando espaçamentos entre fileiras de soja na mesma época de dessecação da cobertura vegetal, e minúscula comparando as épocas de dessecação da cobertura vegetal no mesmo espaçamento entre fileiras da cultura, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja. Coeficiente de variação: 14,8%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficientes de variação: 17,9% e 21,2%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

O número de legumes chochos por área diferiu apenas quanto às épocas de dessecação da cobertura vegetal (Figura 2.7). Quando a dessecação da cobertura

foi realizada 10 DAS, a variável reduziu em 50%, relativamente à dessecação da cobertura executada no mesmo dia da semeadura, também diferindo do tratamento

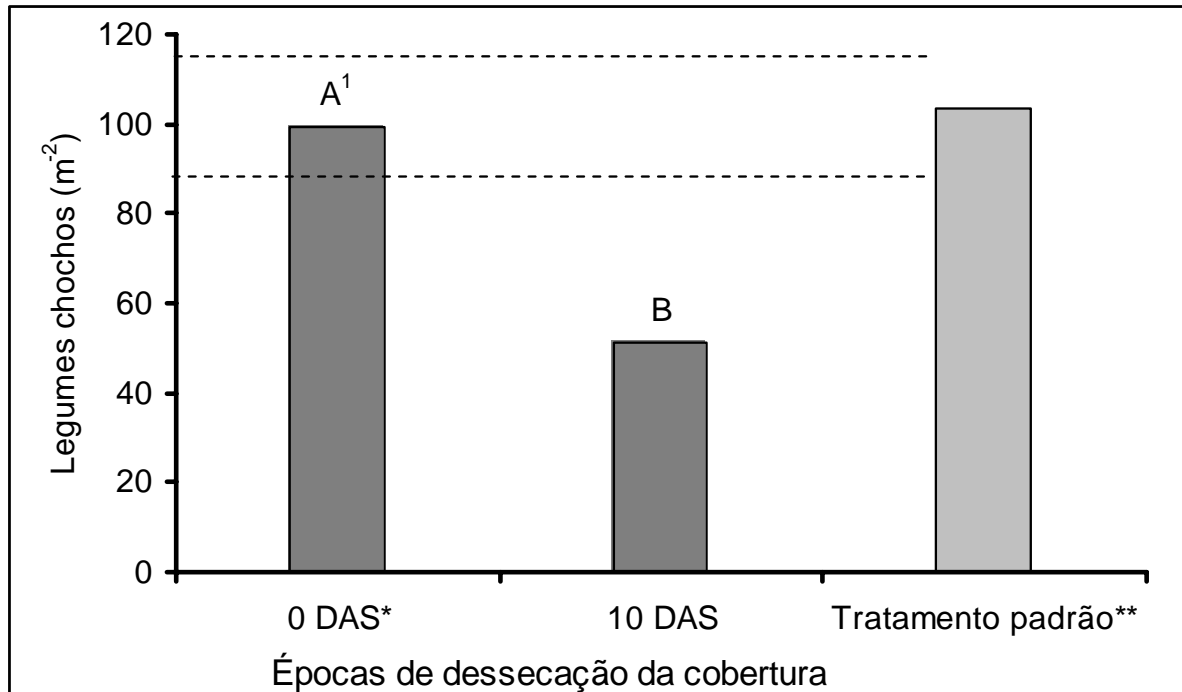


Figura 2.7 – Número de legumes chochos de soja por área, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja e para dois espaçamentos entre fileiras da cultura. Coeficiente de variação: 25,7%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 23,9%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

padrão. Estes resultados podem derivar do maior aborto de flores, em relação aos legumes formados, em decorrência da interferência do papuã ou da menor população final de plantas de soja. Na competição pelos fotoassimilados produzidos pela planta, os legumes representam demanda mais forte que as flores (Loomis & Connor, 1992). O número de flores fixadas por planta é o resultado do número total de flores produzidas, subtraídas as abortadas, que representam entre 40 e 80% das flores produzidas pela soja. Essas abortam durante o florescimento ou nos primeiros

estádios de desenvolvimento dos legumes (Hansen & Shibles, 1978); entretanto, as cultivares podem apresentar comportamentos distintos (Navarro Jr. & Costa, 2002). Em geral, a abscisão de legumes ocorre em intensidade muito menor do que o aborto de flores (Dominguez & Hume, 1978).

A soja, como outras leguminosas, produz grande número de flores, a maioria das quais não chega a transformar-se em legumes. Poder-se-ia obter produtividade potencial de grãos próximo a 18000 kg ha<sup>-1</sup> se todas as flores mantivessem o desenvolvimento (Ventimiglia et al., 1999). Os legumes, por sua vez, freqüentemente, não alcançam a colheita, em virtude do aborto que ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento. Diversos fatores participam e interagem na determinação da produtividade da soja, dentre os quais podem ser destacados os meteorológicos e os relativos ao manejo da cultura. No caso da soja, mesmo nas melhores condições de cultivo ocorre aborto de flores e de legumes (Marchezan, 1982).

Em relação ao número de legumes produtivos por área, houve diferenças para os efeitos simples de espaçamentos entre fileiras de soja e para épocas de dessecação da cobertura vegetal (Figura 2.8). Espaçamento entre fileiras de 25 cm propiciou aumento de 26% no número de legumes, em relação ao espaçamento de 50 cm. Contudo, ambos os espaçamentos produziram menos legumes do que o tratamento padrão, com reduções de 30 e 44%, respectivamente, para 25 e 50 cm. Quanto às épocas de dessecação da cobertura, o número de legumes foi 65% menor quando a dessecação foi realizada 10 DAS, em relação à dessecação realizada no dia da semeadura, a qual se equiparou ao tratamento padrão. Segundo Knape (1992), o sombreamento imposto pelo papuã durante o período reprodutivo

da soja pode reduzir o desenvolvimento de legumes e, conseqüentemente, a produção final.

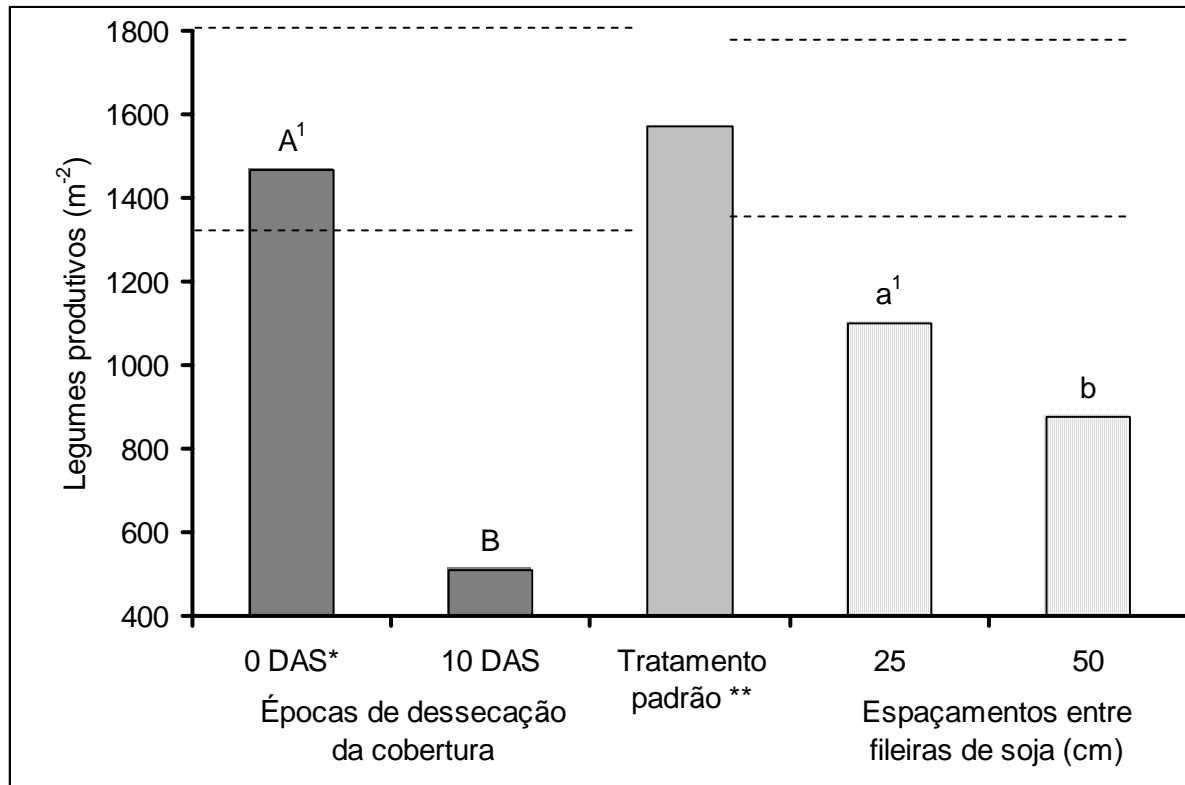


Figura 2.8 – Número de legumes produtivos e soja por área, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal ou a espaçamentos entre fileiras da soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando épocas de dessecação da cobertura vegetal e minúsculas comparando espaçamentos entre fileiras de soja não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Para espaçamentos entre fileiras de soja, os valores referem-se às médias para duas cultivares e para duas épocas de dessecação da cobertura vegetal; para épocas de dessecação da cobertura vegetal, os valores referem-se às médias para duas cultivares e para dois espaçamentos entre fileiras da soja. Coeficientes de variação: 25% e 29,5%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 10,2%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

O número de legumes é determinado durante os estádios vegetativos finais e reprodutivos iniciais (Egli, 1988). A interceptação de luz pela comunidade de plantas é fundamental para o desenvolvimento de gemas reprodutivas, armazenamento de fotoassimilados e diminuição do aborto de flores e de legumes (Board & Harville, 1994). É importante conhecer os fatores que restringem a obtenção do potencial de

produtividade, em etapas críticas do desenvolvimento, como o florescimento e o início do enchimento de grãos. Wells (1991) relata que a produtividade máxima que pode ser alcançada pela soja é determinada pela otimização da capacidade da planta de interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo finais e reprodutivo iniciais. Neste sentido, Board & Harville (1994) demonstraram que a redução da distância entre as fileiras aumenta o número de legumes por área, pela maior interceptação de luz entre os estádios  $R_1$  (início do florescimento) e  $R_5$  (início do enchimento de grãos).

Na cultura da soja, os componentes diretos da produtividade de grãos são o número de legumes, o número de grãos por legume e a massa do grão. Dentre estes, o número de legumes é o mais responsivo às alterações decorrentes do estresse de competição com espécies concorrentes. Já, o número de grãos por legume e a massa do grão possuem maior controle genético individual e, por isso, apresentam pequena amplitude de variação por causas ambientais (Board et al., 1995). Efeitos decorrentes da competição de plantas daninhas sobre características das culturas, além de afetarem a produção de fotoassimilados, podem comprometer o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, os componentes da produtividade de grãos (Melges et al., 1989).

O número de grãos por legume não sofreu alterações nem com a modificação do espaçamento entre fileiras de soja e nem com as cultivares. Contudo, houve efeito significativo para épocas de dessecação da cobertura (Figura 2.9). O número de grãos por legume foi 6% menor quando a dessecação foi realizada 10 DAS, comparando-se com a dessecação realizada no dia da semeadura. Além disso, no primeiro caso, o valor médio ficou aquém do observado no tratamento padrão,

enquanto na segunda situação, ele se equiparou ao valor da testemunha. Board et al. (1990) observaram que a massa do grão e o número de grãos por legume não foram influenciados pelo arranjo de plantas, justificando que isto ocorreu em função desses componentes serem determinados no final do ciclo reprodutivo da soja. Tanto o número de grãos por legume como a massa do grão têm controle genético substancial e, por isso, sofrem pequena variação (Cooperative..., 1994).

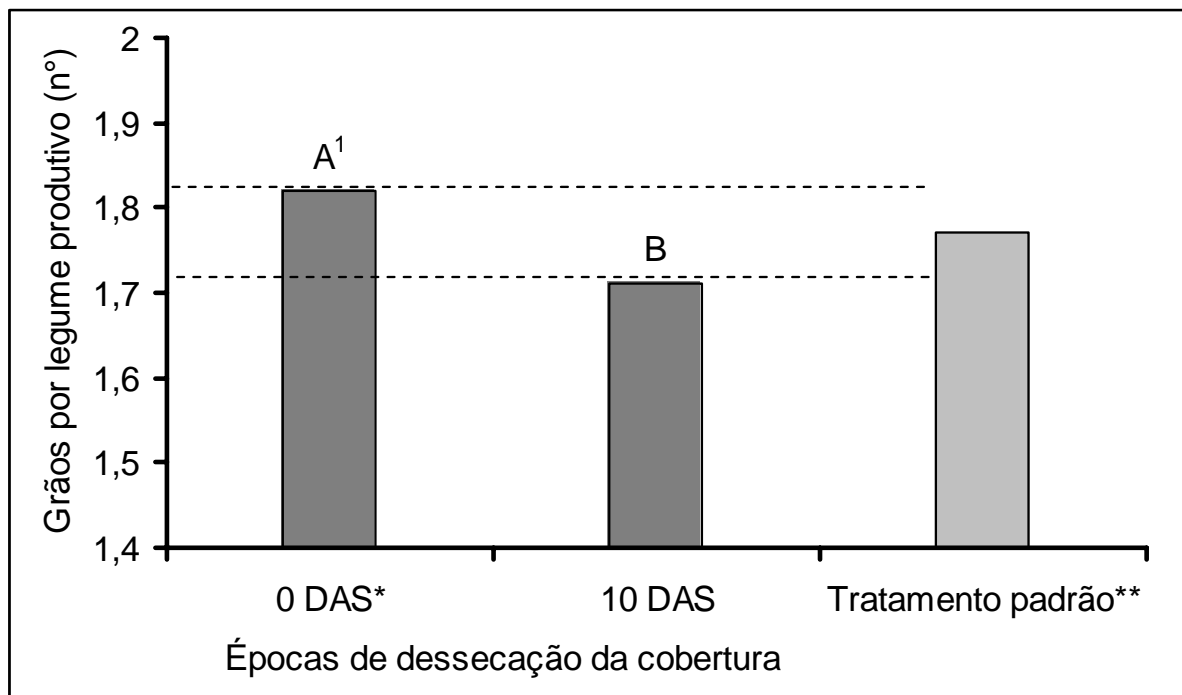


Figura 2.9 – Número de grãos por legume produtivo de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da soja, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

cobertura 10 DAS com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas cultivares de soja e dois espaçamentos entre fileiras da cultura. Coeficiente de variação: 6,1%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 7,4%.

\* DAS = dias antes da semeadura da soja.

\*\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da

Para a variável massa do grão não houve diferenças para espaçamentos entre fileiras e tampouco para épocas de dessecação da cobertura, mas sim para cultivares (Figura 2.10). A massa do grão da cultivar BRS 232, na ausência de

papuã, superou em 5% o valor obtido na presença de papuã. Para a cultivar Fepagro-RS 10, não houve diferença quanto à presença ou não do papuã. Esse resultado demonstra que a interferência de papuã pode afetar o desenvolvimento de estruturas reprodutivas, mas que depende do genótipo. Pandey & Torrie (1973) relataram que a massa do grão está sob controle genético, mas que pode ser influenciada pelo ambiente, o que se refletirá em redução no desempenho da cultivar, mesmo que ela apresente alto potencial genético.

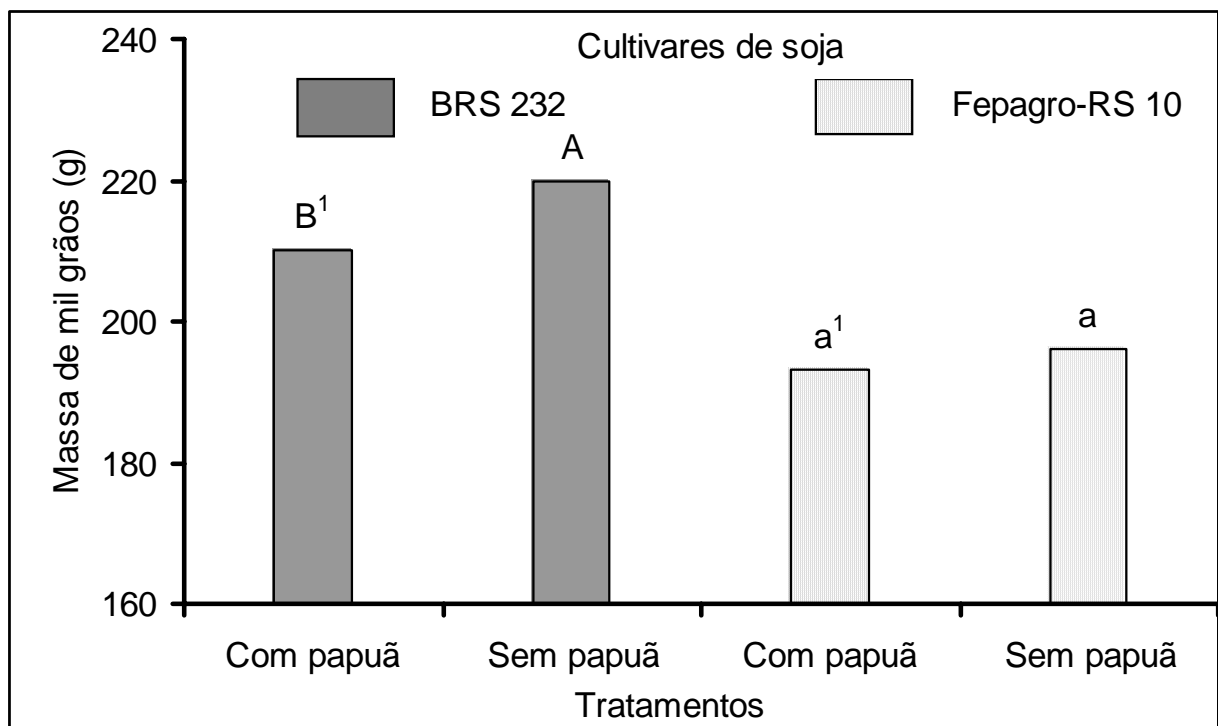


Figura 2.10 – Massa do grão de soja para as cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10, em resposta à presença ou à ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando a cultivar BRS 232 na presença ou ausência de papuã, e minúscula comparando a cultivar Fepagro-RS 10 na presença ou ausência de papuã, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Para os tratamentos com papuã os valores referem-se às médias para dois espaçamentos entre fileiras da cultura e para duas épocas de dessecação da cobertura vegetal; para os tratamentos sem papuã os valores referem-se ao tratamento padrão das respectivas cultivares. Tratamento padrão: cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 dias antes da semeadura da soja com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>). Coeficiente de variação: 7,6%.

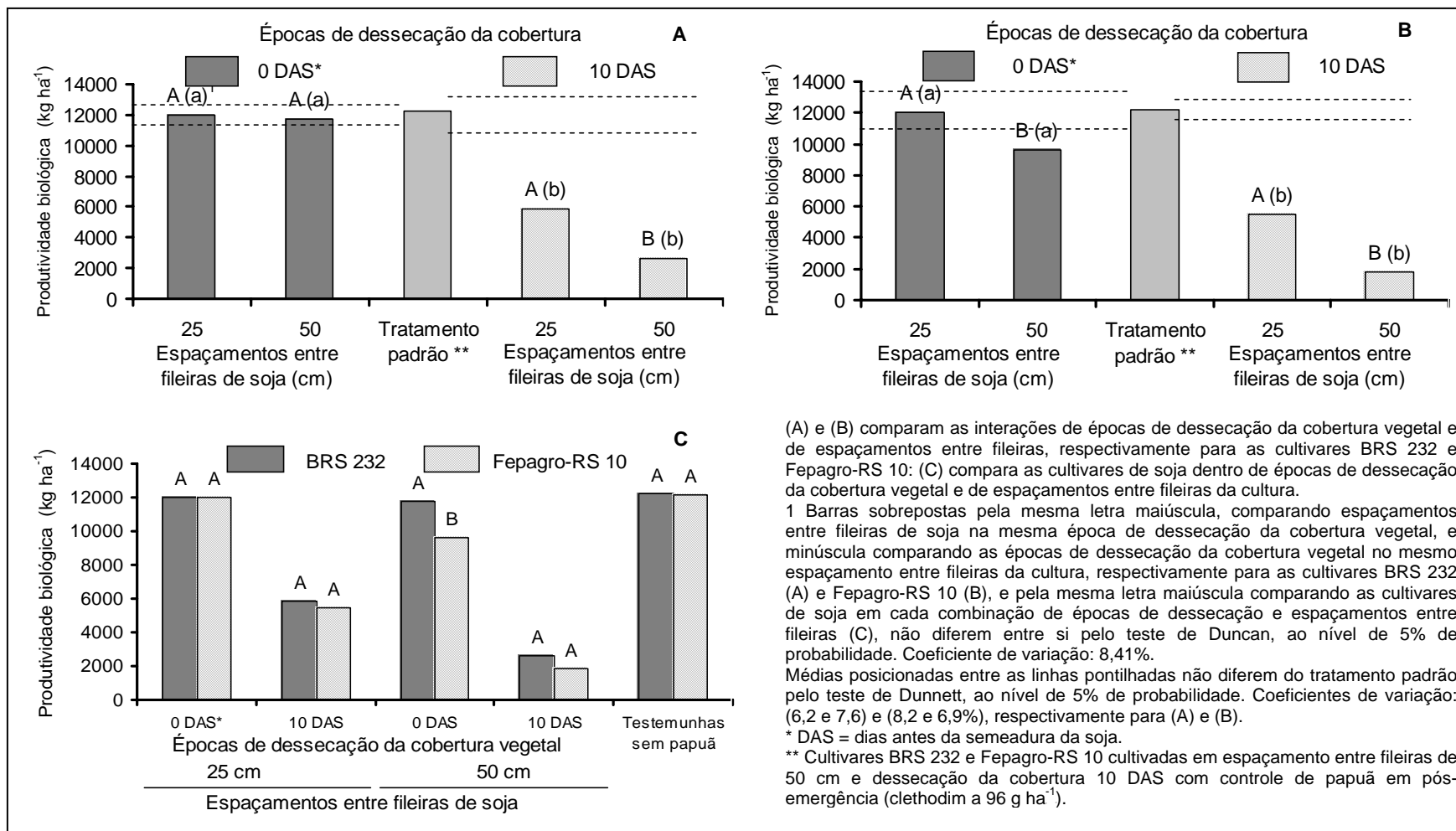
Tanto a produtividade biológica aparente (PBA) quanto à produtividade de grãos de soja responderam similarmente aos fatores avaliados (cultivares de soja,



espaçamentos entre fileiras e épocas de dessecação da cobertura vegetal), ocorrendo interações tríplices significativas (Figuras 2.11 e 2.12).

Quanto à PBA, constatou-se que, para a cultivar BRS 232, não houve diferença entre os espaçamentos quando a dessecação aconteceu no mesmo dia da semeadura da soja (Figura 2.11A). Contudo, para dessecação realizada aos 10 DAS, houve um decréscimo significativo de 55% da PBA com o aumento do espaçamento entre fileiras de 25 para 50 cm. De outro modo, comparando-se as épocas de dessecação da cobertura vegetal, dentro de cada espaçamento, verificou-se a existência de diferenças. O atraso da semeadura da soja, em relação à data de dessecação da cobertura, propiciou decréscimos de 51 e 78%, respectivamente, para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm. Esses resultados corroboram os encontrados por Fleck et al. (2002), em que o atraso no início do controle de papuã reduziu a PBA tanto na semeadura realizada no mesmo dia da dessecação como praticada 10 dias após a dessecação.

As combinações de tratamentos em que a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura da soja não diferiram do tratamento padrão, ao contrário do que ocorreu com a dessecação realizada aos 10 DAS (Figura 2.11). A PBA indica a quantidade de fotoassimilados acumulados pela planta durante seu ciclo de desenvolvimento (Donald, 1962). Plantas de soja submetidas à redução de radiação solar sofrem alongamento do caule, alterando a distribuição de assimilados em diversos órgãos das mesmas (Melges et al., 1989).



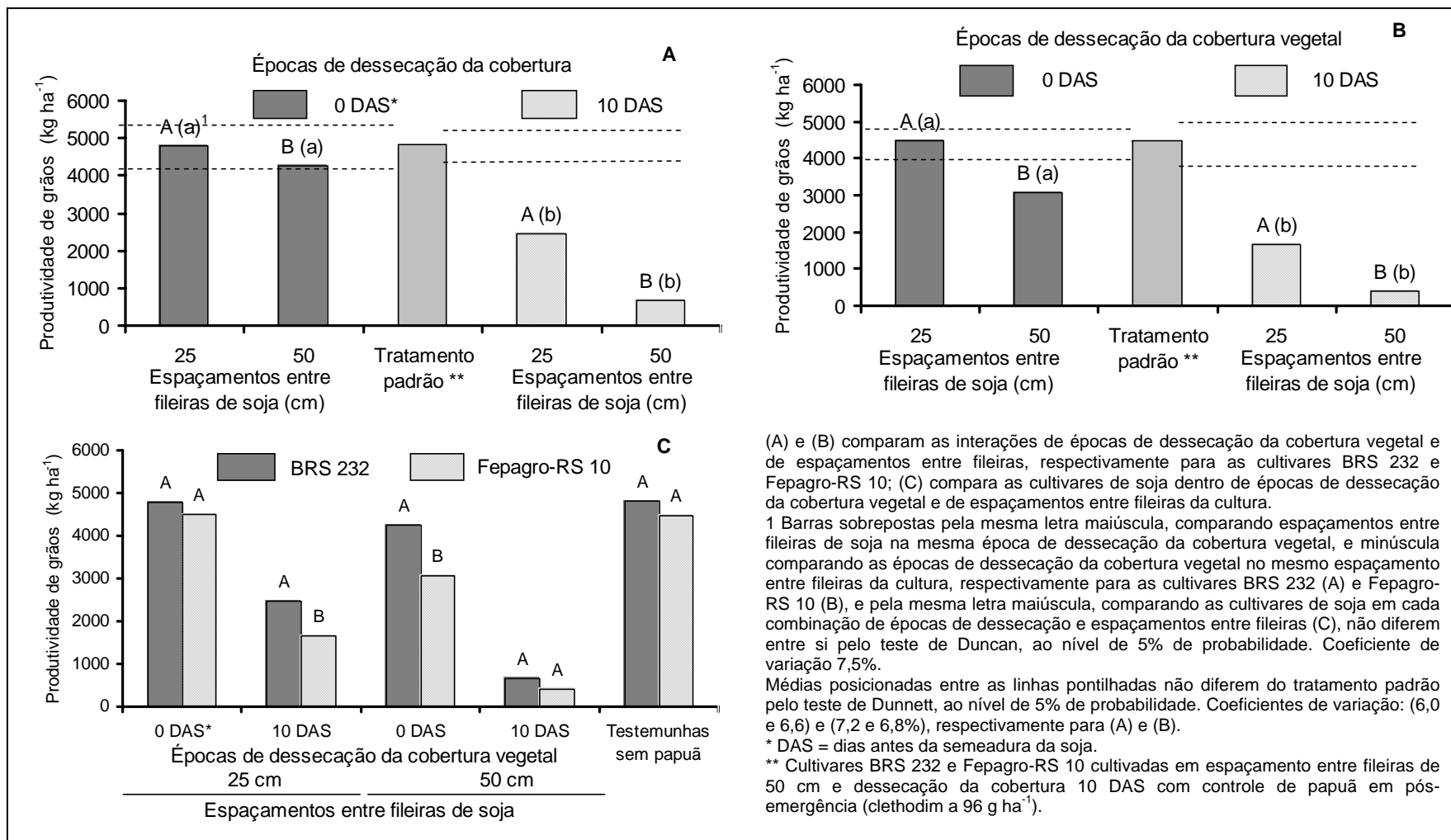


Figura 2.12 – Produtividade de grãos de soja, em resposta a épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura, cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

Para a cultivar Fepagro-RS 10, de um modo geral, os resultados para PBA foram similares aos da cultivar BRS 232, exceto quando a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura, em que houve decréscimo significativo de 20% com o aumento do espaçamento entre fileiras de 25 para 50 cm (Figura 2.11B). Além disso, quase todas as combinações dos dois fatores, exceto a primeira, produziram menos do que o tratamento padrão. Comparando-se as cultivares entre si em cada combinação de tratamentos, houve diferença entre elas num dos casos, quando a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura e foi utilizado espaçamento entre fileiras de 50 cm (Figura 2.11C).

Com relação à PBA da soja, verificou-se alta associação positiva com número de legumes produtivos e, também, embora em menores valores, com as demais variáveis, exceto massa do grão e índice de colheita. Entretanto, a PBA mostrou elevada associação negativa com a cobertura do solo pelo dossel de papuã e, em menor grau, com estatura da planta de soja.

Geralmente, com apenas duas exceções, os resultados obtidos para produtividade de grãos seguiram aqueles relatados para PBA (Figura 2.12). A produtividade de grãos da cultivar BRS 232 decresceu com o aumento do espaçamento entre fileiras de 25 para 50 cm em ambas as épocas de dessecação, ocorrendo reduções de 11 e 73%, respectivamente, para dessecação realizada aos 0 e aos 10 DAS (Figura 2.12A). Ocorreram, ainda, reduções de 48 e 84%, respectivamente, para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm quando houve atraso da semeadura da soja em relação à dessecação.

As combinações de tratamentos em que a dessecação ocorreu no mesmo dia da semeadura não diferiram do tratamento padrão, ao contrário do que se verificou quando a dessecação foi realizada aos 10 DAS (Figura 2.12). No entanto, cabe ressaltar que, neste estudo, a infestação de papuã pode ser caracterizada como moderada. Desta forma, em determinados tratamentos, foi possível à soja conviver com a infestante sem sofrer reduções extremas em suas características, o que costuma ocorrer sob elevadas populações de papuã. Resultados similares a esses foram obtidos por Knezevic et al. (1997), para quem a densidade de plantas daninhas que causou redução máxima tolerada (5%) em produtividade de grãos foi menor para aquelas que emergiram mais cedo, sugerindo que este fator, foi crítico em afetar o resultado da competição interespecífica. Por outro lado, Fleck et al. (2002) verificaram que as perdas de produtividade de grãos foram influenciadas de forma diferenciada pelas épocas de controle de papuã, em decorrência da época da semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal. Segundo esse autores, para semeadura realizada 10 dias após a dessecação, a presença de papuã ocasionou redução significativa na produtividade de grãos de soja, mesmo quando o controle foi realizado 8 dias após a emergência da cultura.

Para produtividade de grãos da cultivar Fepagro-RS 10, os resultados são bastante similares aos da cultivar BRS 232; entretanto, com valores absolutos diferentes (Figura 2.12B). O aumento do espaçamento entre fileiras de 25 para 50 cm ocasionou decréscimos de 32 e 75%, respectivamente, em relação à dessecação realizada aos 0 ou 10 DAS. Por outro lado, o atraso da semeadura, em relação à

dessecação da cobertura, propiciou decréscimos de 63 e 87%, respectivamente, para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm. Os tratamentos cuja dessecação da cobertura ocorreu aos 10 DAS e o tratamento com dessecação realizada no mesmo dia da semeadura, mas no espaçamento entre fileiras de 50 cm, apresentaram produtividades de grãos inferiores à do tratamento padrão. Já, o tratamento com dessecação efetuada no mesmo dia da semeadura, no espaçamento de 25 cm, obteve produtividade de grãos equivalente à do tratamento padrão.

No espaçamento entre fileiras reduzido, provavelmente, houve menor competição intraespecífica, principalmente por luz, em função da melhor distribuição das plantas na área. Arranjo equidistante pode proporcionar mais penetração de luz nos estratos inferiores do dossel, contribuindo para aumentar a produtividade de grãos. Em estudo em que avaliaram os efeitos de espaçamentos entre fileiras de soja, Ventimiglia et al. (1999) verificaram maior potencial de produtividade em espaçamentos de 20 cm do que de 40 cm. A supressão do crescimento de plantas daninhas em soja, por meio da redução do espaçamento entre fileiras (arranjo de plantas), encontra amplo respaldo na literatura (Ruedell et al., 1981; Chemale et al., 1988; Nice et al., 2001; Pires et al., 2001; Young et al., 2001; Koger et al., 2002; Puricelli et al., 2003; Knezevic et al., 2003; Kratochvil et al., 2004; Hock et al., 2006).

Comparando-se as cultivares de soja em cada combinação de tratamentos (Figura 2.12C), houve diferença entre elas quando a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura e foi usado espaçamento entre fileiras de 50 cm e, também, quando a dessecação foi realizada 10 DAS e o espaçamento foi de 25 cm. Em ambos

os casos, a cultivar BRS 232 superou Fepagro-RS 10 em produtividade de grãos. Nas outras duas situações, ambas as cultivares mostraram produtividades equivalentes. Os efeitos negativos das plantas daninhas sobre a produtividade das culturas, usualmente decrescem com o atraso da emergência daquelas em relação às culturas. As infestantes que emergirem mais tarde do que a cultura, provavelmente terão menor impacto sobre a produtividade, pois grande parte da interferência ocorrerá após a definição dos componentes dessa característica.

A produtividade de grãos da soja, além de apresentar alta associação positiva com as variáveis PBA, população final de plantas, legumes produtivos e número de ramos, também, relacionou-se positivamente, embora em menores valores absolutos com as demais variáveis. Por outro lado, a produtividade de grãos apresentou forte associação negativa com a cobertura do solo por papuã e, em menor grau, com estatura de planta de soja.

Ao estudarem o impacto de plantas de caruru (*Amaranthus* spp.) sobre a produtividade de grãos de soja, Dieleman et al. (1995), constataram que a época relativa de emergência foi mais importante que a densidade da infestante. De maneira semelhante, Passini (2001) relatou que, para a cultura do feijão, o efeito da época relativa de emergência de papuã foi mais importante que o de sua densidade na redução da produtividade de grãos da cultura. Esses resultados reforçam a relevância da cultura emergir e se estabelecer antecipadamente às infestantes. Em relação ao custo de controle do papuã em pós-emergência, Fleck et al. (2002) constataram que as perdas de produtividade de grãos propiciadas pela interferência da infestante superaram o custo de controle aproximadamente aos 20 e aos 5 dias após a

emergência da soja para semeaduras realizadas no mesmo dia da dessecação ou 10 DAS, respectivamente. Portanto, no primeiro caso, a oportunidade de aplicar medidas de controle ao papuã apresenta intervalo bem mais amplo e menos crítico do que no segundo caso.

As plantas daninhas que emergem antes ou juntamente com a cultura, podem proporcionar maior prejuízo à produtividade, uma vez que, em forma geral, as plantas daninhas não competem bem por recursos em lavouras já estabelecidas (Pitelli, 1990). Neste sentido, a antecipação do estabelecimento da cultura, em relação às plantas daninhas, reduziria o efeito de sua interferência, pois se criaria uma condição adversa à germinação e ao desenvolvimento das infestantes. Adicionalmente, este processo possibilitaria reduzir doses de herbicidas aplicados em pós-emergência, o que redundaria em economia no custo de produção.

A escolha de cultivar mais competitiva com plantas daninhas confere vantagem no que diz respeito ao manejo de plantas daninhas (Lemerle et al., 2001). A capacidade de supressão de plantas daninhas decorre do fato que espécies cultivadas que apresentam acelerado crescimento inicial, com uniformidade de ocupação do nicho, possuem alta capacidade de sombrear precocemente as concorrentes, modificando a quantidade e a qualidade da luz incidente sobre as mesmas (Altieri & Liebman, 1988). As características morfológicas que mais diretamente se relacionam à habilidade competitiva superior da cultura são: matéria seca da parte aérea (Wortmann, 1993; Olesen et al., 2004), estatura de planta (Fleck, 1980; McDonald, 2003), tamanho das folhas (Wortmann, 1993; Lemerle et al., 1996); índice de área foliar (Gibson et al., 2003; Haefele et al., 2004), cobertura do solo (Callaway, 1992; Balbinot Jr. et al., 2003)



e densidade foliar na parte superior da planta (Begna et al., 2001; Caton et al., 2001). Além disso, cultivares com maior potencial de produtividade, em geral, mantêm mais preservada esta característica em decorrência da competição de plantas concorrentes (Gibson et al., 2003; Lamego, 2004; Bianchi, 2006).

Para o índice de colheita aparente (ICA), não houve significância estatística entre as épocas de dessecação da cobertura vegetal pré-semeadura da soja. Contudo, houve interação de cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras (Figura 2.13). Não houve diferença entre espaçamentos entre fileiras para a cultivar BRS 232. No caso de Fepagro-RS 10, o ICA foi superior no espaçamento mais estreito. Comparando-se as cultivares entre si, não houve diferença no ICA quando ambas foram semeadas em espaçamento de 25 cm; contudo, em espaçamento de 50 cm, o ICA da cultivar Fepagro-RS 10 foi inferior, diferindo, também, do tratamento padrão. Este resultado reflete a menor produtividade de grãos geralmente constatado, em várias situações desta pesquisa para a cultivar Fepagro-RS 10, especialmente no espaçamento entre fileiras de 50 cm e, também, embora em menor grau, com a relativamente menor massa do grão deste genótipo. O índice de colheita se relacionou com a massa do grão.

A semeadura da soja realizada no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal permitiu que ela se estabelecesse antes ou simultaneamente em relação ao papuã; portanto, apresentou condições mais favoráveis para vencer a competição. Na semeadura realizada aos 10 DAS isso não ocorreu, pois a emergência do papuã se antecipou à da soja. Diferenças na época relativa de emergência influenciam significativamente as habilidades competitivas de duas espécies (Knezevic et al., 1994). As primeiras plântulas a emergir provavelmente irão apresentar desenvolvimento mais

rápido, porque elas adquirem prioridade de acesso aos recursos do meio. Assim, a emergência antecipada da soja, cuja semeadura aconteceu imediatamente após a dessecação, colocou a cultura em posição competitiva vantajosa em relação à dessecação realizada 10 dias antes.

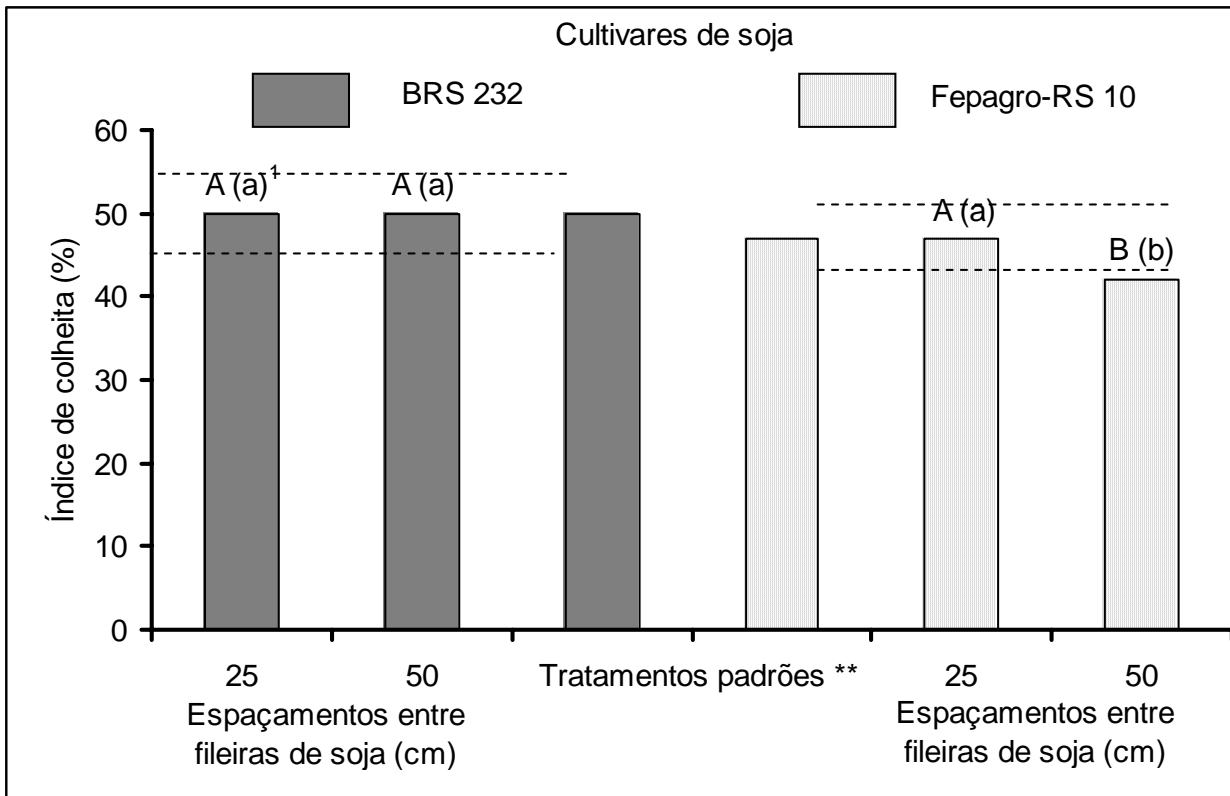


Figura 2.13 – Índice de colheita de soja, em resposta a cultivares de soja e espaçamentos entre fileiras da cultura, na presença ou ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

<sup>1</sup> Barras sobrepostas pela mesma letra maiúscula, comparando espaçamentos entre fileiras de soja na mesma cultivar, e minúscula comparando cultivares no mesmo espaçamento entre fileiras de soja, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores referem-se às médias para duas épocas de dessecação da cobertura vegetal antes da semeadura da cultura. Coeficiente de variação: 5,6%.

Médias posicionadas entre as linhas pontilhadas não diferem do tratamento padrão pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: 5,6 e 5,5%.

\* Cultivares BRS 232 e Fepagro-RS 10 cultivadas em espaçamento entre fileiras de 50 cm e dessecação da cobertura 10 dias antes da semeadura da soja com controle de papuã em pós-emergência (clethodim a 96 g ha<sup>-1</sup>).

De forma geral, o experimento demonstrou que o grau de interferência exercido pelo papuã dependeu da época de dessecação da cobertura em relação à semeadura de soja, do espaçamento entre fileiras e da cultivar de soja. Do ponto de vista prático, poucas alternativas podem impedir a emergência de ervas, entre elas adoção de práticas de manejo, como não revolvimento do solo e agregação de palha ao sistema. Por outro lado, diversas práticas estão disponíveis para possibilitar rápido estabelecimento da cultura, como uso de sementes certificadas, portadoras de alto poder germinativo e vigor, escolha de cultivares mais competitivas, utilização de espaçamento entre fileiras reduzido e semeadura da cultura em condições mais favoráveis de competição, evitando o período de máxima germinação de plantas daninhas.

## **2.5 CONCLUSÕES**

Quando a semeadura da soja sofre atraso de 10 dias após a dessecação da cobertura vegetal desenvolve-se maior infestação de papuã, mas que é menor em espaçamento entre fileiras de 25 cm do que de 50 cm;

O atraso na semeadura da soja após a dessecação da cobertura vegetal, antecessora à semeadura direta, aumenta os efeitos negativos da interferência do papuã, comprometendo a produtividade de grãos, quando não é realizado controle em pós-emergência;

A semeadura da soja no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal, relativamente à semeadura realizada 10 dias após a dessecação, em situação de

infestação por papuã, mantém o número de ramos e de legumes por área, o número de grãos por legume, a produtividade biológica aparente e a produtividade de grãos das cultivares de soja BRS-323 e Fepagro-RS 10;

A redução do espaçamento entre fileiras de soja de 50 para 25 cm proporciona maior habilidade competitiva à cultura em situação de infestação por papuã;

Sob condição de infestação por papuã, em geral, as cultivares de soja BRS-232 e Fepagro-RS 10 aumentam o número de legumes produtivos por área, a produtividade biológica aparente e a produtividade de grãos no espaçamento entre fileiras de 25 cm, em comparação ao de 50 cm, independentemente se a semeadura ocorre 10 dias após ou no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal;

Sob condição de infestação por papuã, a cultivar de soja BRS-232 mostra maiores produtividade biológica e produtividade de grãos do que Fepagro-RS 10 quando elas são semeadas no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal e são cultivadas no espaçamento entre fileiras de 50 cm, para outras características e situações de manejo elas geralmente se equivalem;

A integração de práticas culturais, especialmente semeadura em sistema direto, no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal, e adoção de fileiras próximas (25 cm) suprime o desenvolvimento de uma infestação moderada de papuã e propicia produtividade de grãos equivalente ao seu controle químico em pós-emergência, em soja semeada em fileiras distanciadas 50 cm e após 10 dias da dessecação da cobertura vegetal.

### **3. CAPÍTULO II– EFICÁCIA DO HERBICIDA CLETHODIM NO CONTROLE DE PAPUÃ EM SOJA EM FUNÇÃO DA DOSE E DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO**

#### **3.1 RESUMO**

Herbicidas podem mostrar atividade bastante diferenciada no controle de plantas daninhas, especialmente em função das espécies presentes e do seu estágio de desenvolvimento, da dose de utilização e de condições de aplicação, do manejo da cultura e do ambiente. Neste sentido, foi conduzido um experimento a campo para investigar aplicações do herbicida clethodim em dose recomendada em rótulo ou reduzida, em diversas épocas de pós-emergência em soja para controlar papuã. O experimento foi instalado na EEA/UFRGS, em Eldorado do Sul – RS, no ano agrícola 2005/06. A cultivar de soja utilizada foi Fepagro-RS 10, semeada com espaçamento entre fileiras de 25 cm. Os fatores e tratamentos comparados foram: doses do herbicida clethodim (96 e 60 g ha<sup>-1</sup>) e épocas do controle químico de papuã (até 39 dias após a emergência da soja). Foram mantidas testemunhas com presença e ausência de papuã em espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm. Avaliaram-se variáveis relacionadas à produtividade de grãos e outras características agrônômicas em soja. Os resultados mostram que é viável reduzir a dose do herbicida clethodim para controlar a espécie daninha papuã. Quando não há controle de uma infestação moderada de papuã, a redução do espaçamento entre fileiras de soja de 50 para 25 cm aumenta seu potencial

competitivo e a produtividade de grãos, diferença que inexistente quando há controle da infestante. Uma única aplicação do herbicida clethodim, na dose recomendada ou em dose reduzida, realizada entre os estádios  $V_1$  e  $V_6$  da soja mantém controle completo de papuã mesmo com nove afilhos, sem afetar a produtividade de grãos da cultura.

### 3.2 INTRODUÇÃO

Os prejuízos econômicos causados à produção de soja pela interferência de plantas daninhas, os decréscimos na qualidade dos grãos colhidos e as reduções na eficiência da operação de colheita devido à presença de plantas daninhas foram investigados e comprovados por diversos pesquisadores. As plantas daninhas também causam perdas econômicas na produção de soja devido ao custo dos herbicidas e dos métodos culturais e mecânicos de controle que devem ser utilizados. Assim, nos Estados Unidos, os herbicidas representam 20 a 30 % dos custos de produção dos sistemas agrícolas (Derksen et al., 2002).

Dentre as espécies consideradas daninhas encontradas com maior frequência nos solos cultivados com soja das regiões Centro e Sul do País, destaca-se o papuã [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.], espécie provavelmente originária da África e introduzida no Brasil nos tempos coloniais (Kissmann, 1997). Essa gramínea vegeta durante o período quente do ano, infestando particularmente lavouras anuais, como soja e milho. Sua presença nas lavouras afeta diretamente a produtividade, pois é uma das espécies gramíneas mais competitivas. Além da elevada habilidade competitiva, o papuã também exerce atividade alelopática em soja (Almeida, 1988). Sua grande

habilidade competitiva deve-se, entre outros fatores, à grande produção de disseminulos, à germinação distribuída ao longo do ciclo da cultura e à morfologia de planta que leva à formação de um dossel vigoroso de folhas que se sobrepõe acima da soja (Martins, 1994). O autor coloca, ainda, que o papuã, por produzir muita matéria na parte aérea e apresentar um dossel compacto de folhas sobre a soja, obstrui a passagem da luz, recurso do ambiente essencial à fotossíntese.

Em condições de solo fértil, o desenvolvimento do papuã pode ser tão vigoroso que uma única planta por  $m^{-2}$  chega a reduzir em 50 % a produtividade da soja (Kissmann, 1997). O autor acrescenta que, se numa lavoura com alta infestação forem eliminadas 98 % das plantas, os indivíduos sobreviventes garantirão a continuidade da infestação. Plantas daninhas, ao competirem com a soja, causam reduções na produtividade que alcançam até 90 % quando não são controladas em nenhum momento (Blanco et al., 1973). Espécies gramíneas apresentam maior potencial de dano do que as ervas dicotiledôneas, provocando maior redução na produtividade (Fleck & Candemil, 1995).

Os herbicidas desempenham papel importante no desenvolvimento da agricultura intensiva em todo mundo. Herbicidas podem mostrar atividade bastante diferenciada no controle de ervas daninhas, especialmente em função das espécies presentes, do seu estágio de desenvolvimento, da dose utilizada e de condições de aplicação, do manejo da cultura e de ambiente. O controle eficiente de ervas com o uso de herbicidas em pós-emergência depende, sobretudo, do seu estágio de desenvolvimento (Askew et al., 2000; Johnson & Hoverstad, 2002). À medida que a aplicação for atrasada, há menor eficiência de controle, pelo fato das ervas

apresentarem maior desenvolvimento vegetativo e tolerância aos herbicidas. Em soja, o controle de papuã foi reduzido de 99 para 86 % devido ao atraso da aplicação de 28 para 36 dias após a emergência da soja (Fleck et al.,1997). Por outro lado, o controle efetuado precocemente permite que ele seja realizado quando as ervas apresentarem menor desenvolvimento vegetativo e maior suscetibilidade ao herbicida. Atraso na época de controle das ervas fará com que a cultura conviva com estas por maior período de tempo, o que pode aumentar as perdas em produtividade de grãos (Hall et al., 1992; Vanacker et al., 1993). Em geral, as ervas devem ser removidas entre duas e seis semanas após a emergência da soja, a fim de prevenir perdas significativas na produtividade de grãos (Blanco et al.,1973; Chemale & Fleck, 1982; Martins, 1994; Cunha et al., 1997; Mulugeta & Boerboom, 2000).

Ao longo dos anos, foram desenvolvidos diversos herbicidas eficazes e seletivos para uso em culturas, muitos dos quais para utilização em soja, oportunizando, desse modo, mudar-se de uma solução basicamente preventiva para uma abordagem reparadora no controle de ervas daninhas. Uma das estratégias que tem sido empregada refere-se à utilização de práticas de manejo conjugadas com métodos químicos para controlar ervas daninhas que causam prejuízos à soja. Nas últimas décadas, técnicos e agricultores vem buscando formas para reduzir os custos de produção, de modo a tornar a cultura da soja mais competitiva no mercado global. Neste sentido, a utilização de doses elevadas de herbicidas vem sendo intensamente questionada, em razão de possíveis danos ao ambiente, bem como por seu custo elevado. Dentre os métodos propostos para reduzir os custos de produção e, também, a quantidade de agroquímicos distribuídos no ambiente, incluem-se a integração de



técnicas de manejo e o emprego de doses de herbicidas abaixo daquelas usualmente recomendadas pelos fabricantes. Dose reduzida de herbicida satisfaz tanto as necessidades ambientais quanto às de redução do custo de produção.

As doses herbicidas constantes nos rótulos dos produtos estão colocadas, muitas vezes, em níveis mais altos do que os necessários, de tal modo que o controle das ervas daninhas seja efetivamente garantido em amplas condições de ambiente e manejo (Devlin et al., 1991; Zhang et al., 2000; Doyle & Stypa, 2004). As doses recomendadas pelos fabricantes pretendem assegurar elevado controle sobre uma ampla gama de espécies daninhas, de variada suscetibilidade, mesmo em condições que podem não ser as ideais para a atividade do produto.

Níveis satisfatórios de controle de ervas freqüentemente são obtidos com uso de doses herbicidas abaixo daquelas que costumam ser recomendadas nos rótulos dos produtos. Várias pesquisas demonstram ser possível reduzir as doses sem causar prejuízo ao controle das infestantes e sem afetar a produtividade da cultura (Devlin et al. 1991; Spandl et al. 1997; Stougaard et al. 1997; Wille et al., 1998; Brain et al. 1999; Belles et al., 2000; Holm et al., 2000; Zhang et al., 2000; O'Donovan et al., 2001; Boström & Fogelfors 2002; Hamill et al. 2004).

Assim, num destes trabalhos comprovou-se ser viável a adoção da tecnologia de redução de doses de herbicidas graminicidas para metade daquelas usuais, alcançando controle de papuã e produtividade de grãos de soja equivalentes àqueles obtidos com as doses normalmente recomendadas (Fleck et al., 1997). Ainda, indicaram ser viável utilizar-se apenas meia-dose de herbicidas graminicidas para controle de papuã em soja, desde que a aplicação seja realizada até a quarta semana após a emergência da

cultura. Os estudos relacionados sugerem, também, que é possível aumentar o retorno econômico com o uso de doses reduzidas de herbicidas, porém, conjuntamente com medidas de manejo integrado de plantas daninhas (Boström et al., 2000; Popp et al., 2000). Resultados similares foram relatados por Walker et al. (2002); porém, a redução da dose herbicida dependeu da densidade e do estágio das plantas daninhas.

Alguns estudos, contudo, mostram que os riscos na utilização de doses reduzidas podem ser maiores do que os benefícios. Por exemplo, controle de *Abutilon theophrasti* Medik. e *Setaria viridis* (L.) Beauv. com doses reduzidas de alachlor e atrazine em milho foi variável e o benefício econômico foi pequeno (Roggenkamp et al., 2000). Algumas culturas são mais afetadas pela redução de doses dos herbicidas. Assim, foram conseguidas altas produtividades com metade da dose herbicida em cevada; mas, foi requerida 100 % da dose herbicida para obtenção de produtividade satisfatória em lentilha (*Lens culinaris* L.) (Kirkland et al., 2000). Estes resultados foram atribuídos às diferenças na habilidade competitiva entre as culturas. Além disso, doses reduzidas, muitas vezes, proporcionam escapes de plantas daninhas, o que pode levar à seleção de biótipos resistentes aos herbicidas e, por sua vez, aumentar o banco de sementes no solo (Grundy & Jones, 2002; Blackshaw et al., 2006). Adicionalmente, doses reduzidas de herbicidas são menos eficientes em altas densidades, comparando-se com baixas densidades de plantas daninhas (Wille et al., 1998; Dieleman et al., 1999; Belles et al., 2000). Portanto, vários fatores podem afetar o desempenho dos herbicidas a campo principalmente o uso de doses reduzidas, como: condições climáticas adversas, práticas de manejo do solo, densidade de semeadura da cultura,

densidade, estágio e período de emergência das plantas daninhas e falhas no equipamento de aplicação (Doyle & Stypa, 2004).

Muitas vezes, com a integração de adequadas práticas de manejo, as doses dos herbicidas podem ser reduzidas e, ainda assim, prover controle satisfatório das plantas infestantes (Mohler 2001; Nazarko et al., 2005). Neste sentido, rotação de culturas, cultivares mais competitivas, densidade de semeadura adequada, espaçamento entrelinhas reduzido, aplicação de adubos diretamente nas fileiras da cultura, presença de cobertura do solo por palha e aplicações dos herbicidas nas épocas adequadas foram identificadas como fundamentais para aumentar a competitividade das culturas (Lemerle et al., 2001; Liebman & Staver, 2001; Blackshaw et al., 2004).

Umas das práticas de manejo possíveis de utilizar com a finalidade de elevar o potencial competitivo da soja refere-se à diminuição do espaçamento entre fileiras, o que possibilita distribuição mais uniforme das plantas, maior interceptação da radiação solar, competição precoce com ervas daninhas e menor evaporação de água. Em soja, a redução na dose de herbicida graminicida esteve condicionada à época de aplicação e ao espaçamento entre fileiras (Pires et al., 2001). Neste estudo, a variação do espaçamento entre fileiras não teve efeito sobre o controle de papuã quando o herbicida foi utilizado na dose plena. Contudo, a redução do espaçamento entre fileiras de 60 para 40 cm permitiu reduzir em 50 % a dose do produto, em aplicação tardia, sem afetar o nível de controle de papuã e a produtividade de grãos de soja.

A dose herbicida que apenas reduz ou suprime o crescimento das ervas, neutralizando sua interferência na cultura, é denominada “dose economicamente ótima”, a qual, normalmente, é bem inferior à dose referida no rótulo do produto

(Dieleman et al., 1996). Em conseqüência, a redução nas doses dos herbicidas, mantendo-se adequado controle de ervas, resulta em aumento nos lucros do produtor e na diminuição do impacto negativo do produto no ambiente. Neste sentido, a aplicação herbicida sobre plantas jovens de ervas é fator crítico em permitir redução de sua dose, já que nos estádios iniciais de crescimento elas são consideravelmente mais suscetíveis do que plantas em estádios mais avançados, as quais exigirão doses maiores para serem eliminadas. Por exemplo, Rizzardi & Fleck (2004) testaram a mistura dos herbicidas acifluorfen + bentazon para controle das espécies daninhas guaxuma (*Sida rhombifolia* L.) e picão-preto (*Bidens* spp.) em soja, utilizando doses do produto comercial variáveis entre 1,25 e a dose de rótulo de 2,0 L ha<sup>-1</sup>. Constataram que a dose de rótulo foi a que se mostrou biologicamente mais eficaz; contudo, dose próxima a 75% da dose de rótulo foi a que mais compensou, economicamente, a adoção do controle químico. No entanto, para se alcançar êxito com esta abordagem, é essencial integrar fatores como tratamento herbicida sobre ervas jovens e práticas de manejo da cultura que a posicionem em vantagem competitiva em relação às plantas competidoras.

Neste sentido, foi conduzido um experimento a campo para investigar a possibilidade de uso de dose reduzida do herbicida graminicida clethodim, aplicado em pós-emergência, para controlar papuã em soja e quantificar a influência da época de aplicação do controle químico do papuã na resposta de características agronômicas da soja.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em campo no ano agrícola 2005/06, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada em Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental está classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, pertencendo à unidade de mapeamento São Jerônimo (EMBRAPA, 1999). As principais características físico-químicas do solo da área experimental são aquelas já descritas no Capítulo 1.

O experimento foi implantado utilizando-se o sistema de semeadura direta, em área onde houve cultivo anterior de trigo durante a estação fria. O manejo da cobertura vegetal presente na área foi realizado em novembro e consistiu na pulverização dos herbicidas glyphosate (1080 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido), paraquat + diquat (300 + 100 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate (900 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido), aplicados aos 31, 26 e 3 dias antes da semeadura da soja, respectivamente. O controle seletivo em pós-emergência das espécies daninhas dicotiledôneas que se estabeleceram foi efetuado através da aplicação da associação dos herbicidas bentazon + lactofen (600 + 120 g ha<sup>-1</sup>).

A área experimental esteve infestada por papuã, gramínea que ocorreu nas parcelas testemunhas em populações variáveis entre 130 e 220 plantas m<sup>-2</sup>, cuja avaliação foi realizada 10 DAE da cultura. O controle químico desta espécie foi realizado conforme as épocas indicadas na Tabela 3.1, mediante aplicação do herbicida

graminicida clethodim (Clethodim 240 CE) nas doses de 96 e 60 g ha<sup>-1</sup>, para dose plena e dose reduzida, respectivamente, mais o adjuvante Joint Oil, usado na concentração de 0,5 % v/v. Para realizar as aplicações do herbicida, utilizou-se pulverizador costal de precisão, operando-se com bicos de jato plano, em leque, série 110.03, à pressão constante de 150 kPa, distribuindo-se volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.

Tabela 3.1 – Épocas de realização do controle químico de papuã (*Brachiaria plantaginea*) e estádios de desenvolvimento da soja e da infestante por ocasião das aplicações do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Épocas de aplicação (DAE) <sup>1</sup>	Estádio da soja	Estádio do papuã
3	2 folhas simples	Até 4 folhas
7	1 folha trifoliolada	Até 3 afilhos
11	2 folhas trifolioladas	3-5 afilhos
16	3-4 folhas trifolioladas	5-6 afilhos
22	4-6 folhas trifolioladas	Até 9 afilhos
29	6-7 folhas trifolioladas	Até 13 afilhos
39	7-8 folhas trifolioladas	Até 14 afilhos

<sup>1</sup>DAE = dias após emergência da soja.

O delineamento experimental utilizado no estudo foi o esquema fatorial com blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores e tratamentos comparados foram: duas doses do herbicida graminicida clethodim [dose plena (96 g ha<sup>-1</sup>) e dose reduzida (60 g ha<sup>-1</sup>); e sete épocas de realização do controle químico de papuã (Tabela 3.1). Cada unidade experimental mediu 12 m<sup>2</sup> (3 x 4 m), constando de sete fileiras de soja espaçadas de 0,25 m, sendo a área útil para fins de produtividade estipulada em 3,75 m<sup>2</sup> (1,25 x 3 m), englobando as cinco fileiras centrais (desprezando-se 0,5 m em suas extremidades). Além daqueles tratamentos, incluíram-se, ainda, dois tratamentos testemunhas: um sem controle e outro com controle continuado da espécie daninha

alvo durante todo o ciclo da cultura. Acrescentaram-se, também, dois tratamentos testemunhas com espaçamento entre fileiras de soja de 50 cm, um sem controle e o outro com controle de papuã durante todo o ciclo da cultura. Nestes, estabeleceram-se quatro fileiras de soja espaçadas de 0,5 m, sendo a área útil estipulada em 3 m<sup>2</sup> (1 x 3 m), englobando as duas fileiras centrais (desprezando-se 0,5 m em suas extremidades).

Vinte e cinco dias antes da semeadura da soja efetuou-se a adubação do solo, por ocasião da rolagem mecânica da cobertura vegetal. Realizou-se distribuição de adubo a lanço, em superfície, aplicando-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-20-20, o que correspondeu à adição de 25, 100 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. As quantidades de nutrientes necessárias foram determinadas com base no resultado da análise de solo.

Antecedendo à semeadura, as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e foram tratadas com o fungicida captan + molibdênio (118 + 7 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes). A semeadura da soja foi realizada no dia 5 de dezembro de 2005, utilizando-se a cultivar de ciclo tardio Fepagro RS 10. A emergência da cultura se deu após 7 dias e a colheita ocorreu em 28 de abril de 2006 (138 dias após a emergência da soja). A densidade de semeadura foi ajustada de acordo com o poder germinativo das sementes, objetivando-se alcançar densidades equivalentes por área para os dois espaçamentos entre fileiras, ou sejam, 10 plantas por metro para o de 25 cm e 20 para o de 50 cm. Durante os meses de desenvolvimento da cultura foram realizadas nove suplementações hídricas por meio de irrigações por aspersão. Durante o ciclo da cultura foi necessário realizar aplicações periódicas de inseticidas para

manter sob controle os insetos-praga que ocorreram, de modo que seu dano não prejudicasse o desenvolvimento da cultura (Reunião..., 2005).

Logo após realizar-se a colheita da soja, avaliou-se visualmente a cobertura do solo pelo papuã. Para isso, utilizou-se escala percentual, em que nota zero correspondeu a nenhuma planta de papuã na área útil da parcela e nota 100 significou cobertura completa da parcela por plantas de papuã. A avaliação foi realizada por três avaliadores que atribuíram individualmente suas notas, as quais foram então somadas e obtidas as respectivas médias.

As variáveis avaliadas na cultura por ocasião da colheita foram: produtividade biológica aparente da soja (PBA), índice de colheita aparente (ICA), estatura de planta, comprimento e número de ramos laterais, número de nós no caule, componentes da produtividade de grãos (número de legumes por planta, número de grãos por legume e massa do grão) e produtividade de grãos. Para obtenção dessas variáveis, exceto para produtividade de grãos, foi coletada amostra de 10 plantas, aleatoriamente, em cada parcela, as quais foram cortadas ao nível do solo as quais foram cortadas ao nível do solo. Após o corte, separaram-se os grãos do restante da planta, sendo ambas as partes secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até se obter massa constante, quando então foram pesadas.

A PBA compreendeu o somatório das massas das frações da parte aérea seca das plantas, incluindo legumes e grãos. A divisão da massa seca dos grãos pela produtividade biológica aparente forneceu o ICA (expresso em percentagem). Na mesma amostra também foram determinados: estatura de planta, número de nós no caule, comprimento e número de ramos laterais. Considerou-se como ramo lateral



àquele que possuísse ao menos dois nós. Também, foram realizadas as determinações dos componentes de produtividade. O massa do grão (representado pela massa de 1000 grãos) foi obtido a partir da massa de quatro amostras de 100 grãos separados aleatoriamente do total de grãos presentes na amostra retirada de cada parcela, os quais tiveram a umidade padronizada para teor de 13%. Na contagem de número de legumes produtivos, considerou-se como tal todo aquele que apresentasse ao menos um grão formado (Costa & Marchezan, 1982). O número de grãos por legume foi calculado dividindo-se o número de grãos pelo número de legumes obtidos em cada amostra de plantas. Os valores numéricos do componente número de legumes foram expressos por planta. A produtividade de grãos da soja foi obtida a partir da colheita das plantas presentes nas cinco fileiras centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 m em suas extremidades. Após trilha, limpeza e pesagem dos grãos, foi determinada sua umidade e, posteriormente, as massas foram padronizadas para 13% de umidade.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância, através do teste F, adotando-se como limites de aceitação os níveis de 5 % de probabilidade para significância dos efeitos individuais dos fatores e de 10 % para os casos de interação de fatores (Riboldi, 1993). Quando houve interação significativa de épocas de controle de papuã e doses do herbicida, procedeu-se análise de regressão entre a variável-resposta e as épocas de aplicação herbicida. Os dados foram convertidos para redução percentual em relação à testemunha livre de papuã durante todo o ciclo da cultura. O critério de aceitação do ajuste dos dados ao modelo baseou-se no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), de modo que o maior valor representava ajuste

mais satisfatório. Para avaliar os graus de associação entre variáveis foi realizada análise de correlação linear simples.

Para comparar os efeitos de doses do herbicida e épocas de aplicação em relação às testemunhas, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Dunnett, ambas ao nível de 5 % de probabilidade. Neste caso, as médias dos tratamentos herbicidas, testados em diferentes épocas, foram comparadas às dos tratamentos testemunhas, com espaçamento entre fileiras de 25 cm, com e sem controle durante todo ciclo da cultura.

Para comparar os efeitos dos tratamentos testemunhas com e sem controle, em espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm, os dados foram submetidos à análise de variância, através do teste F, adotando-se o nível de 5 % de probabilidade de erro. As médias dos tratamentos foram, então, comparadas aplicando-se o teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional SAS (SAS, 1999).

### **3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O teste F da análise de variância demonstrou não haver interações dos fatores dose herbicida e época de aplicação para todas as variáveis avaliadas, ao nível de 10% de probabilidade (Tabela 3.2). Contudo, houve significância para o efeito individual do fator época de aplicação do herbicida clethodim para as variáveis cobertura do solo por papuã, estatura de planta de soja, legumes produtivos, produtividade biológica e produtividade de grãos, ao nível de 5% de probabilidade. Para o efeito individual do

fator dose do herbicida clethodim, apenas houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis estatura de planta e legumes produtivos por planta (Tabela 3.2). Também, Silva et al. (2005) verificaram que a época de aplicação do herbicida fluazifop-p-butil influenciou a eficácia das doses aplicadas no controle de *Brachiaria. brizantha* e *B. plantaginea*.

Tabela 3.2 – Valores do teste F e probabilidades do erro da análise de variância para os fatores doses herbicidas e épocas de aplicação e interação fatorial e respectivos coeficientes de variação para as variáveis respostas determinadas no experimento. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Variáveis respostas	Doses do herbicida		Épocas de aplicação		Doses x épocas		CV (%)	
	F	P > F	F	P > F	F	P > F	Doses do herbicida	Épocas de aplicação
Cobertura do solo por papuã (%)	0,04	0,84	86,37	<0,0001	0,04	0,99	1,11	0,32
Estatura de planta de soja (cm)	6,88	0,01	9,18	<0,0001	1,47	0,21	3,93	3,04
Nós por planta (n°)	0,01	0,97	1,31	0,27	0,25	0,96	5,97	5,77
Ramos por planta (n°)	1,82	0,18	0,47	0,82	1,06	0,40	19,05	19,80
Comprimento médio de ramos (cm)	1,23	0,27	1,90	0,10	0,78	0,59	18,64	17,78
Legumes chochos (n° planta <sup>-1</sup> )	1,20	0,28	0,13	0,99	0,23	0,96	13,74	14,49
Legumes produtivos (n° planta <sup>-1</sup> )	6,35	0,01	11,90	<0,0001	0,68	0,67	12,80	8,98
Grãos por legume produtivo (n°)	0,03	0,87	1,28	0,29	0,70	0,65	4,82	4,69
Massa de mil grãos (g)	1,81	0,19	0,76	0,60	1,38	0,25	4,69	4,80
Produtividade biológica (kg ha <sup>-1</sup> )	1,71	0,20	6,89	<0,0001	0,54	0,77	8,05	6,23
Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	1,14	0,29	5,84	0,0002	0,16	0,98	7,87	6,22
Índice de colheita (%)	0,11	0,74	1,63	0,16	1,66	0,15	8,77	8,46

Com relação à cobertura do solo pelo dossel de papuã, avaliada na pré-colheita da soja, houve equivalência entre as duas doses testadas (Tabela 3.2). Os níveis de cobertura do solo situaram-se tão somente entre 0 e 3%, este último para a aplicação mais tardia do herbicida (Tabela 3.3). Houve diferença significativa da última época de aplicação em relação à testemunha sem papuã. A infestação observada na última época pode decorrer de alguma ação negativa causada por estresse do ambiente no desempenho do herbicida, efeito das plantas de soja em impedir interceptação do produto ou à tolerância de plantas pelo estágio já avançado das mesmas. Neste

sentido, Fleck et al. (1997) verificaram que tratamentos com clethodim, aplicados na dose plena ou em meia dose, foram equivalentes entre si quando efetuadas aos 14, 21 e 28 DAE, alcançando eficiência entre 95% e 98% na pré-colheita da soja. Porém, na aplicação realizada aos 35 DAE, o grau de controle foi inferior, em função do estágio avançado de desenvolvimento das plantas de papuã que, na ocasião, encontravam-se com quatro filhotes ou mais.

Os níveis baixos ou ausência de cobertura do solo pelo dossel de papuã indicam que o herbicida clethodim foi eficiente no controle da infestante nos diferentes estágios de desenvolvimento em que foi aplicado e nas doses testadas. Esse fato reforça a convicção de que as diferenças nas demais variáveis avaliadas possam ser atribuídas, basicamente, às variações em interferência decorrentes dos períodos de convivência da soja com o papuã e não à falta de eficiência do herbicida.

Em relação às aplicações mais precoces do herbicida, não houve novos fluxos de emergência de papuã ou este foi suprimido pela cultura, já que a população de plantas de soja esteve próxima à ideal e o espaçamento entre fileiras foi adequado, permitindo que a cultura expressasse capacidades de competição e de supressão em relação à infestante. O espaçamento entre fileiras de soja pode auxiliar a suprimir o crescimento de plantas daninhas (Chemale et al., 1988), melhorar a eficiência de herbicidas (Young et al., 2001) e tornar viável a redução de suas doses (Pires et al., 2001).

Tabela 3.3 – Cobertura do solo pelo dossel de papuã (*Brachiaria plantaginea*) avaliada na pré-colheita da soja, estatura de planta, número de legumes produtivos, produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja, em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Épocas de aplicação de clethodim (DAE) <sup>1</sup>	Cobertura do solo (%)	Estatura de planta (cm)	Legumes produtivos (planta <sup>-1</sup> )	Produtividade biológica (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
3	* <sup>2</sup> 0 ns <sup>3</sup>	* 99 ns	* 54 ns	* 15367 ns	* 5040 ns
7	* 0 ns	* 100 ns	* 53 ns	* 15218 ns	* 5111 ns
11	* 0 ns	* 100 ns	* 55 ns	* 15886 ns	* 5109 ns
16	* 0 ns	* 99 ns	* 52 ns	* 15524 ns	* 5262 ns
22	* 0 ns	* 97 ns	* 53 ns	* 15031 ns	* 5251 ns
29	* 0 ns	ns 95 *	* 46 *	ns 14204 *	* 4871 ns
39	* 3 *	ns 92 *	* 45 *	ns 13336 *	* 4453 *
Testemunha sem papuã	0	100	56	16184	5264
Testemunha com papuã	100	93	33	11516	2885
Coeficiente de variação (%)	(1,0 e 1,0) <sup>4</sup>	(2,5 e 2,8)	(9,5 e 10,6)	(7,8 e 5,9)	(7,8 e 6,0)

<sup>1</sup> Dias após a emergência da soja;

\* e ns Diferenças significativas e não significativas, respectivamente;

<sup>2</sup> e <sup>3</sup> Comparações nas colunas com a testemunha com papuã e com a testemunha sem papuã, respectivamente, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade;

<sup>4</sup> Coeficientes de variação referentes ao teste de Dunnett.

O atraso no controle de papuã, especialmente das duas últimas épocas, em relação às iniciais, causou redução da estatura de planta de soja (Figura 3.1). A redução foi mais intensa quando o controle de papuã ocorreu a partir de 29 DAE, quando houve redução na variável em relação à testemunha isenta de papuã. Aparentemente, o efeito negativo da competição de papuã começou a se delinear a partir dos 29 DAE. Quando o controle de papuã ocorreu a partir dos 29 DAE, também houve diferença em estatura com a testemunha sem infestação (Tabela 3.3). Por outro lado, aplicações realizadas antes de 29 DAE diferiram da testemunha com papuã, demonstrando que o controle preveniu a ação competitiva da infestante. Comparando-se as testemunhas entre si, verifica-se que houve redução de 7% na estatura final de plantas de soja, decorrente da competição exercida pela gramínea presente durante todo o ciclo da cultura. A estatura é uma característica morfológica importante na caracterização do potencial de competição da planta pela radiação solar (luz).

As respostas mais características das plantas às alterações na qualidade da luz, oriundas do sombreamento mútuo das plantas ou da competição por luz, refletem-se no padrão de distribuição de recursos na planta. Normalmente, há maior alocação de recursos para o caule, na tentativa da planta atingir estatura maior, que lhe possibilite suplantando as concorrentes e obter vantagem na competição por luz (Ballaré, 1999). É provável que, no início do ciclo da soja, quando se estabeleceu a competição com papuã, as plantas da cultura incrementassem o crescimento em estatura, em detrimento da ramificação. Por outro lado, o atraso no controle do papuã acabou reduzindo a estatura final da soja, já que as plantas foram privadas da utilização plena de recursos do meio.

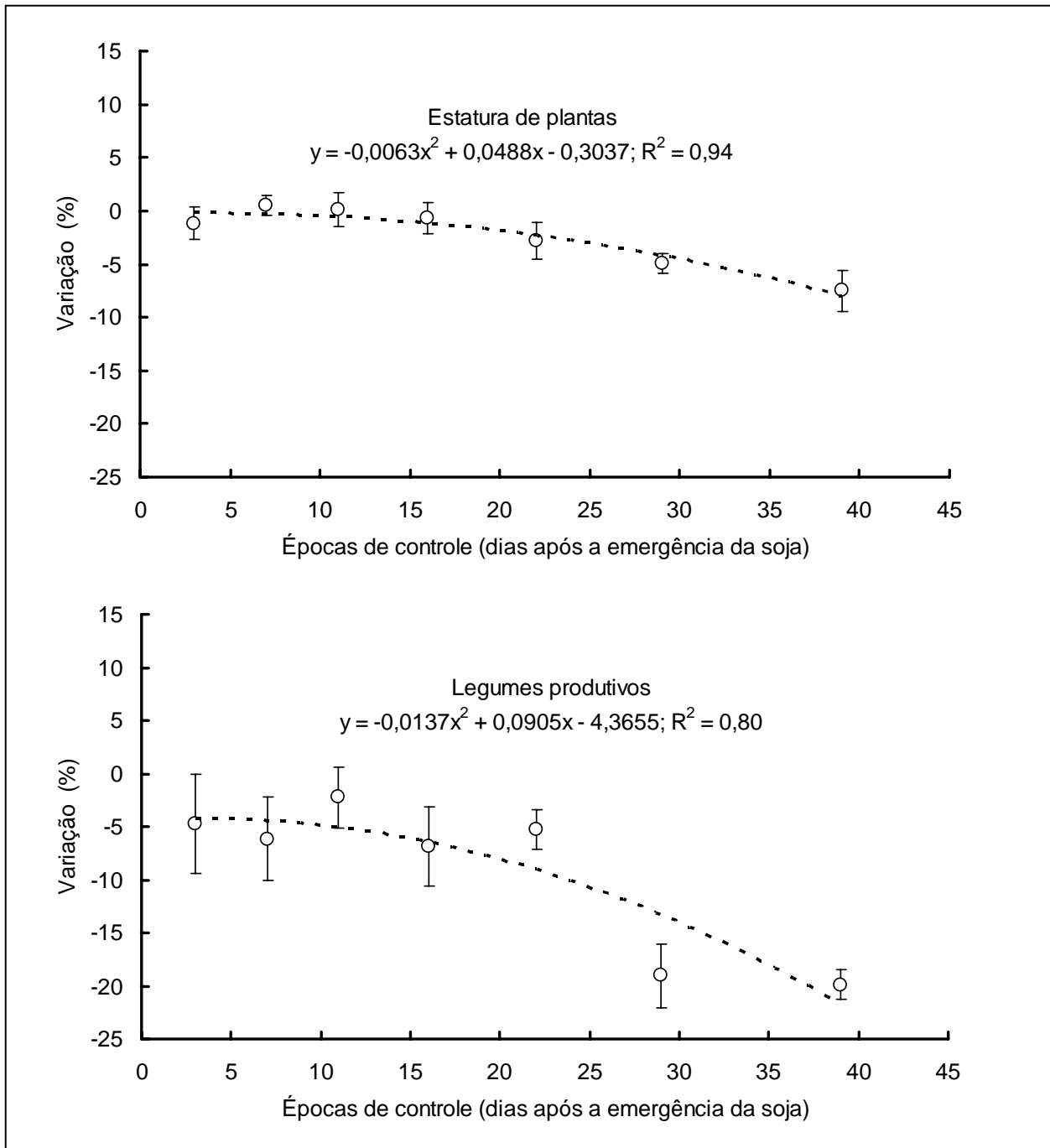


Figura 3.1 – Variação da estatura de plantas de soja e legumes produtivos por planta, determinado na pré-colheita, em relação à testemunha sem papuã (*Brachiaria plantaginea*), em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06. Os pontos representam os valores médios e as barras os respectivos Desvios Padrões.

Efeitos negativos ocasionados pelo atraso no controle de planta daninhas na estatura de planta, também foram obtidos em soja por Mulungueta & Boerboom (2000), Fleck et al. (2002) e Merotto Jr. et al. (2002). Porém, os resultados deste trabalho diferem dos relatados por Pires et al. (2005), que não verificaram interação de cultivares e de manejos de plantas daninhas em relação à estatura das plantas de soja. Ainda, segundo Merotto Jr. et al. (2002), os efeitos da variação na qualidade da luz ocorrem no início do desenvolvimento das plantas, mas podem ser superados mais tarde pela concorrência por água, nutrientes e quantidade de luz, quando as ervas convivem com a cultura durante o período crítico de competição. Já, Shilling et al. (1995), avaliando o potencial competitivo de cinco cultivares de soja, verificaram que aquelas que apresentaram maior altura foram menos prejudicadas pela interferência de *Senna obtusifolia* (fedegoso). Plantas altas, em geral, demonstram maior competitividade com infestantes, devido à vantagem obtida na captação de radiação solar, em relação às espécies daninhas mais baixas (Fleck, 1980; Traoré et al., 2002; McDonald, 2003).

Em relação ao número de legumes produtivos por planta, os períodos de competição do papuã também induziram diferenças à variável em relação à testemunha na ausência de papuã. Os controles realizados a partir de 29 DAE sofreram redução no número de legumes produtivos superiores a 20% (Figura 3.1). Quando o controle de papuã ocorreu a partir dos 29 DAE também houve diferenças com a testemunha isenta da infestante (Tabela 3.3). Mesmo assim, todas as épocas de controle produziram mais legumes do que a testemunha com presença de papuã por todo o ciclo da cultura. Comparativamente à testemunha livre de papuã, a presença da infestante causou



redução de 41% no número de legumes produtivos quando esteve presente em todo o ciclo da cultura.

Na cultura da soja, os componentes diretos da produtividade de grãos são o número de legumes, o número de grãos por legume e a massa do grão. Dentre estes, o número de legumes é o mais responsivo às alterações decorrentes do estresse de competição com espécies concorrentes. Já, o número de grãos por legume e a massa do grão possuem maior controle genético e, por isso, apresentam menor variação por causas ambientais (Board et al., 1994). No entanto, diversos trabalhos mostram efeitos negativos da competição causada por plantas daninhas sobre todos os componentes da produtividade da soja. Neste aspecto, a competição de *Euphorbia dentata* (leiteira-denteada) reduziu em 40% o número de legumes por planta da cultura (Juan et al., 2003). Também, os números de legumes por área e de grãos por legume foram reduzidos quando a soja sofreu competição de *Euphorbia heterophylla* (Chemalle & Fleck, 1982). No presente estudo, não se observaram efeitos negativos da competição de papuã no número de grãos por legume e na massa do grão (Tabela 3.2). Estudos de competição na cultura da soja, realizados por Durigan (1983), evidenciam que as características morfológicas podem ser alteradas pela competição de plantas daninhas, com implicações negativas diretas na produtividade. Dentre essas características, incluem-se altura das plantas e os números de ramos, de folhas e de legumes por planta.

A produtividade biológica aparente (PBA) foi afetada diferentemente pelas épocas de controle de papuã (Figura 3.2). Não houve diferença estatística entre dose plena e dose reduzida do herbicida, as quais foram equivalentes entre si (Tabela 3.2).

Houve redução na PBA quando ocorreu atraso na época de controle de papuã, em relação à testemunha sem infestação, confirmando os resultados obtidos por Fleck et al. (2002). Aplicações herbicidas realizadas aos 29 e 39 DAE reduziram a PBA em 12 e 18%, respectivamente, em relação à testemunha sem papuã (Tabela 3.3). Já, controles realizados até 22 DAE produziram, em média, 34% mais do que a testemunha infestada por papuã. A redução da PBA com o atraso na época de controle de papuã era esperada, pois nesse caso há maior período de convivência cultura-erva, induzindo maior competição interespecífica e reduzindo, por conseqüência, o acúmulo de matéria seca na parte aérea da soja.

A PBA indica a quantidade de fotoassimilados acumulados pela planta durante seu ciclo de desenvolvimento (Donald, 1962). Plantas de soja submetidas à redução de radiação solar sofrem alongamento do caule, alterando a distribuição de assimilados em diversos órgãos das mesmas (Melges et al., 1989). Efeitos da competição de plantas daninhas sobre características das culturas, além de afetarem a produção de fotoassimilados, podem comprometer o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e, em conseqüência, os componentes da produtividade de grãos. Por exemplo, a presença de *Euphorbia dentata* causou redução de 57% na matéria seca das plantas de soja (Juan et al., 2003). Também, Rizzardì (2002) constatou decréscimo na massa de plantas de soja quando estas sofreram competição de *Bidens* spp.

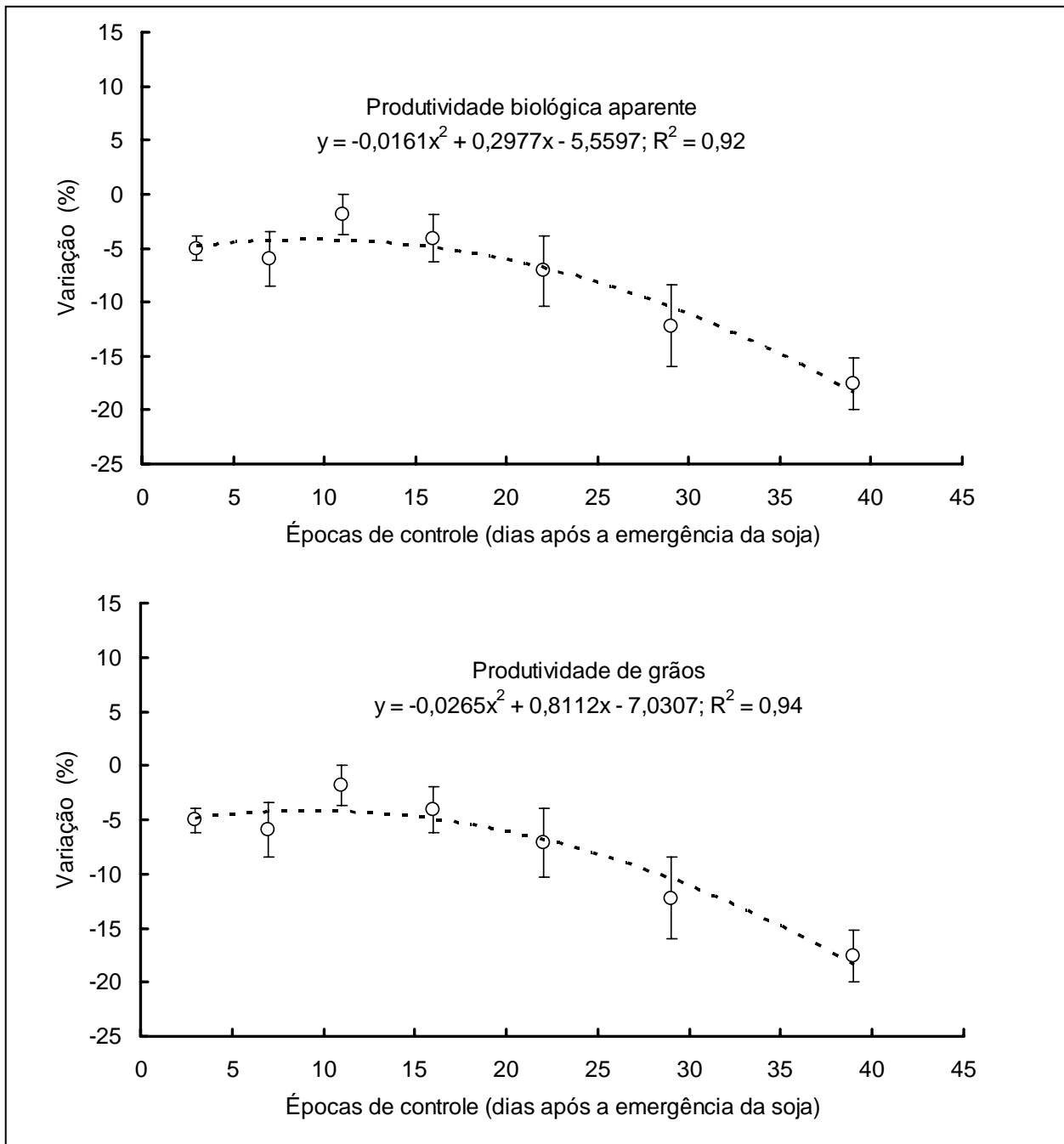


Figura 3.2 – Variação de produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja em relação à testemunha sem papuã (*Brachiaria plantaginea*) em função de épocas de controle de papuã, na média de duas doses do herbicida clethodim. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06. Os pontos representam os valores médios e as barras os respectivos Desvios Padrões.

Quanto à produtividade de grãos de soja, não houve diferença estatística entre dose plena e dose reduzida do herbicida, as quais foram equivalentes em todas as épocas de aplicação (Tabela 3.2). A esse respeito, Fleck et al. (1997) constataram que dose plena ou meia dose de clethodim, aplicadas aos 14, 21 ou 28 DAE, controlaram satisfatoriamente papuã e não encontraram diferenças na produtividade de grãos. Em avaliação realizada por Steckel et al. (1990), o controle de plantas daninhas dicotiledôneas em soja também não sofreu diferenças em produtividade de grãos entre dose plena e reduzidas, apesar dos controles serem um pouco inferiores para as doses reduzidas. Em experimento que visou controlar papuã com o herbicida haloxyfop-methyl, Fleck (1994) obteve produtividade de grãos equivalente para doses plena e reduzida. Algumas vezes, com o adequado manejo e/ou sob certas condições ambientais, as doses herbicidas podem ser consideravelmente reduzidas e, ainda assim, controlar com eficiência as ervas (Devlin et al., 1991; Klingaman et al., 1992). Porém, por outro lado, a utilização de doses reduzidas pode acabar selecionando populações de ervas resistentes aos herbicidas (Czapar et al., 1997).

No presente estudo se constatou que todos os tratamentos com controle de papuã superaram a testemunha infestada, propiciando incrementos de produtividade de grãos variáveis entre 54 e 82% (Tabela 3.3). De acordo com Fleck & Candemil (1995), as gramíneas papuã ou milhã [*Digitaria ciliaris* (Retz.) Kael] apresentam maior potencial de dano do que as dicotiledôneas caruru (*Amaranthus lividus* L. e *A. viridis* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), beldroega (*Portulaca oleracea*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gomez), pois aquelas gramíneas

causam perdas médias de 42%, enquanto as dicotiledôneas de 23%. Por sua vez, Karam et al. (1993), estudando o efeito de diferentes densidades de papuã, constataram que 17 plantas por  $m^{-2}$  reduziu em 42% a produtividade de grãos.

As perdas de produtividade de grãos foram influenciadas de forma diferenciada pelas épocas de controle de papuã, mas não foram afetadas pela dose do herbicida clethodim (Figura 3.2). As maiores produtividades relativas de grãos foram obtidas quando o controle de papuã foi realizado entre 16 e 22 DAE. A eliminação do papuã durante o ciclo da soja propiciou produtividade de grãos 45% maior do que a da testemunha infestada. Tal fato enfatiza a interferência negativa exercida pelo papuã na produtividade de grãos. A esse respeito, Fleck (1996) verificou que a interferência causada pela presença de papuã na soja atingiu reduções em produtividade de grãos de 18% a 82%, decorrentes da variação na densidade da planta daninha entre 70 e 780 plantas por  $m^{-2}$ . Este autor estimou perda de 4,8% na produtividade de grãos de soja para cada incremento de 100 plantas de papuã por  $m^{-2}$ . Desta forma, aplicada a relação estimada por Fleck (1996) ao presente estudo, em que a população de papuã variou entre 130 e 220 plantas por  $m^{-2}$ , a perda em produtividade se situaria, aproximadamente, entre 45 e 50%, confirmando o valor de 45% obtido neste caso. Além disto, a infestante tem aumentado sua nocividade, pois adquiriu resistência a alguns dos herbicidas utilizados em seu controle (Vidal, 1997).

Comparando-se as épocas de controle com a testemunha livre de papuã, houve diferença apenas na última época (39 DAE), na qual a produtividade foi 15% inferior àquela (Tabela 3.3). Neste sentido, medidas de controle, se aplicadas até a quarta semana após a emergência da soja (plantas no estágio de 6-7 folhas trifolioladas)

preservam o potencial de produtividade de grãos da interferência ocasionada pelo papuã. Estes resultados geralmente coincidem com aqueles referidos por outros autores (Blanco et al., 1973; Barrentine, 1974; Chemale & Fleck, 1982; Van Acker et al., 1993; Cunha et al., 1997; Fleck et al., 2002).

O controle muito precoce, antes de ocorrer total emergência das ervas, pode ocasionar alguma queda de produtividade devido à emergência posterior de novas plantas (Mulugeta & Boerboom, 2000). Competição também pode decorrer de ervas que escapam ao controle, por se encontrarem protegidas pelo dossel da cultura (efeito “guarda-chuva”) e não interceptarem completamente a aspersão herbicida, ou daquelas cuja emergência foi tardia. A interferência das ervas que escapam ao controle ou mesmo daquelas que emergem tardiamente pode influenciar negativamente a produtividade final da cultura. No entanto, as ervas que emergem mais tarde do que as plantas da cultura costumam causar menor impacto sobre a produtividade, pois grande parte da interferência costuma ocorrer após a definição dos componentes da produtividade (Vandevender et al., 1997).

O sucesso do uso de herbicidas de pós-emergência depende da habilidade do produtor em determinar o momento correto de controlar as ervas. Nesse aspecto, muitas vezes, com a integração de práticas de manejo, as doses herbicidas podem ser reduzidas e, ainda assim, prover controle satisfatório das plantas infestantes (Mohler, 2001; Nazarko et al., 2005). Desta forma, rotação de culturas, cultivares mais competitivas, densidade de semeadura adequada, espaçamento entrelinhas reduzido, aplicação de adubo diretamente junto às fileiras da cultura, cobertura do solo por palha e aplicação herbicida na época adequada foram identificadas como fundamentais para

umentar a competitividade das culturas (Lemerle et al., 2001; Liebman & Staver, 2001; Blackshaw et al., 2004).

Neste estudo, a utilização de dose de clethodim reduzida em 38% (60 g ha<sup>-1</sup>) mostrou, geralmente, resultados equivalentes àqueles obtidos pela utilização de dose plena (96 g ha<sup>-1</sup>); entretanto, a primeira alcançou patamares menores nas variáveis estatura de planta e número de legumes produtivos por planta de soja (Tabela 3.4). Em relação à estatura de planta, na média das épocas de aplicação do herbicida em dose reduzida, houve reduções de 4% em comparação à testemunha sem papuã e de 2% em relação à dose plena, mas a menor dose superou a testemunha infestada em 3%. Para estatura de planta, na média das épocas de aplicação do herbicida em dose plena, não houve variação em relação à testemunha sem papuã, mas aquela superou a testemunha infestada em 5%.

Tabela 3.4 – Estatura de planta e legumes produtivos por planta de soja em função de duas doses do herbicida clethodim, na média de sete épocas de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Dose do herbicida	Estatura de planta (cm)	Legumes produtivos (planta <sup>-1</sup> )
60 g ha <sup>-1</sup>	* <sup>1</sup> 96 * <sup>2</sup> B <sup>3</sup>	* 49 * B
96 g ha <sup>-1</sup>	* 98 ns A <sup>5</sup>	* 52 ns A
Testemunha sem papuã	100	56
Testemunha com papuã	93	33
Coefficientes de variação (%)	(3,9 e 3,0) <sup>4</sup> (3,6) <sup>5</sup>	(12,8 e 8,9) (10,5)

\* e <sup>ns</sup> Diferenças significativas e não significativas, respectivamente.

<sup>1</sup> e <sup>2</sup> Comparações nas colunas com a testemunha com papuã e com a testemunha sem papuã, respectivamente, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>3</sup> Médias seguidas pela mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

<sup>4</sup> Coeficientes de variação referentes ao teste de Dunnett.

<sup>5</sup> Coeficientes de variação referentes ao teste de Duncan.

Quanto ao número de legumes produtivos por planta, na média das épocas de aplicação do herbicida em dose reduzida, ocorreu redução de 13% em relação à testemunha sem papuã e de 6% em relação à dose plena, superando a testemunha com papuã em 48%. Já, na média das épocas de aplicação do herbicida em dose plena, não houve diferença entre esta e a testemunha livre de papuã; em comparação à testemunha com papuã, aquela obteve acréscimo de 37%.

Sabe-se que uma das premissas básicas do uso de dose reduzida de herbicida é sua aplicação sobre plantas daninhas em estádios iniciais de crescimento, período em que sua suscetibilidade é máxima e sua recuperação é mínima (Klingaman et al., 1992). De acordo com Van Acker et al. (1993), a dose herbicida pode ser reduzida se a aplicação for realizada durante o período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura, desde que as ervas não tenham atingido estágio de crescimento muito avançado. Os resultados do presente experimento permitem reforçar a viabilidade em se utilizar dose reduzida do herbicida clethodim em pós-emergência para controlar a espécie daninha papuã na cultura da soja; contudo, a aplicação deve ser realizada até a quarta semana após emergência da cultura. Níveis satisfatórios de controle de ervas freqüentemente são obtidos com uso de doses herbicidas abaixo daquelas que costumam ser recomendadas nos rótulos dos produtos. Várias pesquisas demonstraram ser possível reduzir doses sem causar prejuízo ao controle das infestantes e sem afetar a produtividade da cultura (Devlin et al., 1991; Spandl et al., 1997; Stougaard et al., 1997; Wille et al., 1998; Brain et al., 1999; Belles et al., 2000; Holm et al., 2000; Zhang et al., 2000; O'Donovan et al., 2001; Boström & Fogelfors, 2002; Hamill et al., 2004).



Na cultura da soja, de acordo com Bennett & Shaw 2000), estatura de planta e produtividade biológica aparente são características que costumam conferir maior habilidade competitiva à cultura. Em geral, essas características correlacionam-se positivamente com a produção de grãos, pois têm relação com maior quantidade de matéria seca produzida, e esta representa reserva potencial da planta para investir na formação de estruturas reprodutivas e no enchimento de grãos (Dybing, 1994). As associações das variáveis independentes usualmente mais relacionadas à produtividade de grãos de soja são apresentadas na Figura 3.3. A produtividade de grãos apresentou associação positiva com estatura de planta, número de legumes produtivos por planta e produtividade biológica aparente. Por sua vez, a produtividade biológica aparente, além de apresentar associação com a variável estatura de planta, também se relacionou positivamente com número de legumes produtivos. Além daquelas, houve associação positiva entre número de legumes produtivos e estatura de planta.

Neste estudo, levando-se em consideração que a produtividade de grãos reflete uma função da produção e da proporção de utilização de assimilados entre os componentes vegetativos e reprodutivos da planta, ela também não deixa de ser uma característica indicadora da tolerância da soja à competição de plantas daninhas. Neste sentido, aquela variável associou-se positiva e significativamente com características como estatura de planta, número de legumes produtivos e produtividade biológica aparente.

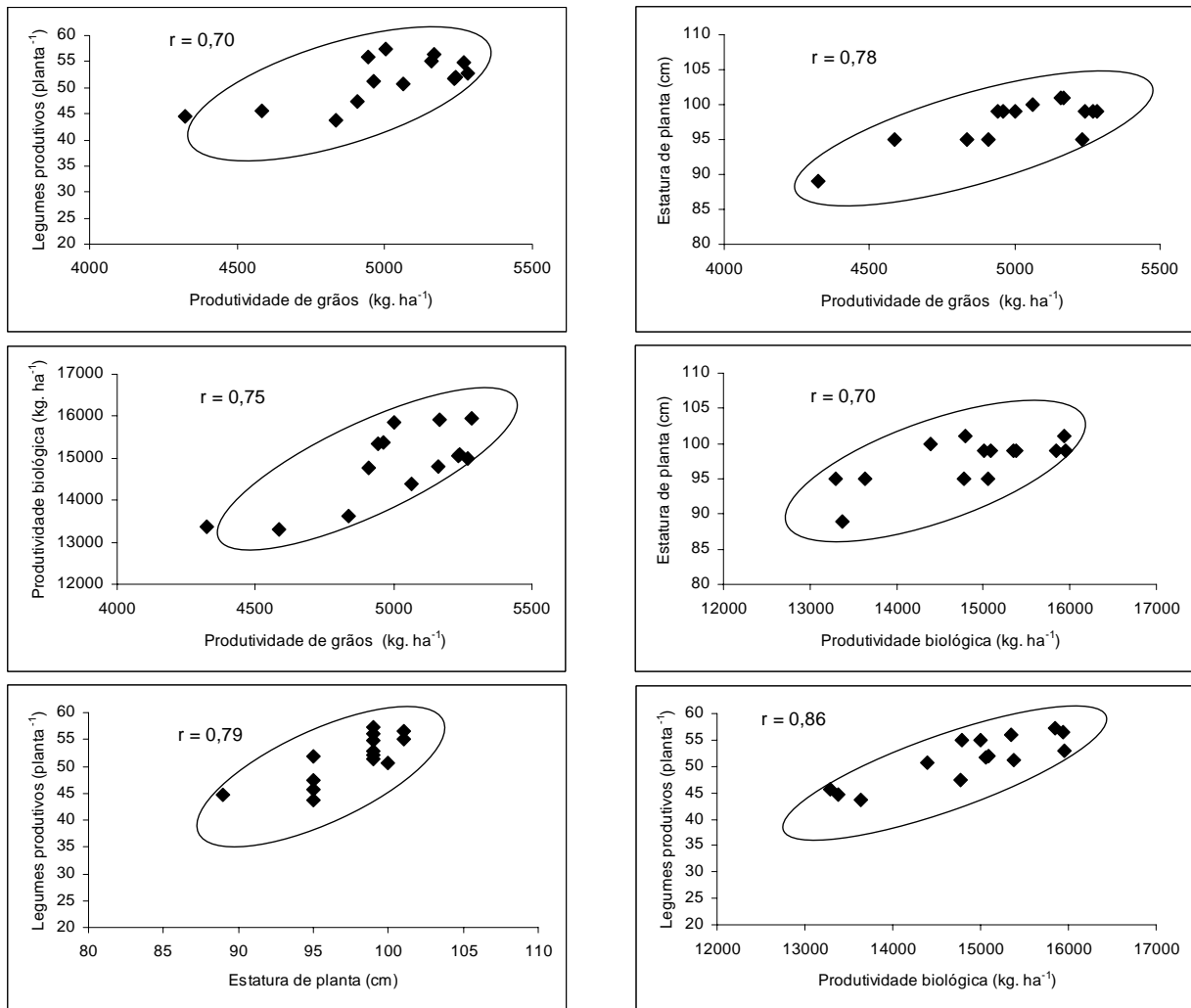


Figura 3.3 - Coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis estatura de planta, legumes produtivos por planta, produtividade biológica aparente e produtividade de grãos de soja, em função de épocas de controle de papuã e doses do herbicida clethodin. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06.

O crescimento em estatura é uma característica geralmente almejada no processo supressivo de plantas daninhas pela cultura (Ogg Jr. & Seefeldt, 1999), visto que maior estatura torna a cultura melhor competidora pelo recurso luz, possibilitando o sombreamento das espécies concorrentes. Adicionalmente, cultivares de soja com maior estatura promoveram redução na produção e no tamanho das sementes de

plantas daninhas que com ela estiveram associadas (Bennett & Shaw, 2000). Por exemplo, plantas de soja detentoras de estatura elevada e ciclo tardio, apresentaram habilidade competitiva superior à daquelas de porte baixo e ciclo precoce (Lamego et al., 2004).

O número de legumes por planta corresponde ao somatório dos legumes formados no caule e daqueles fixados nos ramos. A competição de plantas daninhas pelos recursos do meio (luz, água e nutrientes) pode afetar a produção e a distribuição de fotoassimilados pelas plantas cultivadas, podendo comprometer o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, os componentes da produtividade de grãos. Neste aspecto, a competição de *Euphorbia dentata* causou redução de 40% no número de legumes por planta da cultura (Juan et al., 2003).

A utilização de métodos culturais no manejo de plantas daninhas é sempre importante dentro de sistemas agrícolas conservacionistas que visam reduzir a quantidade de herbicidas distribuída no ambiente. Blackshaw et al. (2000) destacam, também, a importância do emprego desses métodos em situações em que o controle químico para determinada espécie seja limitado pela indisponibilidade de herbicidas seletivos. A utilização conjunta de diversas práticas no manejo de plantas daninhas permite uma complementação entre elas, resultando no aumento da eficiência do controle químico (Merotto Jr. et al., 2001).

Uma prática importante a considerar na adoção do manejo cultural de plantas daninhas refere-se à redução do espaçamento entre fileiras da cultura. A aproximação das fileiras, mantida a população por área, distribui melhor as plantas, reduzindo a interferência intraespecífica, podendo incrementar a matéria seca e a área foliar e,

principalmente, possibilitar maior e mais rápida interceptação da radiação solar, em virtude da melhor distribuição das plantas na área, resultando em maior produtividade de grãos (Thomas et al., 1998; Ventimiglia et al., 1999; Pires et al., 2000). A integração desta prática permite melhorar o uso da água, a distribuição das raízes, a habilidade competitiva com plantas daninhas e a interceptação da radiação solar. Diversos resultados de pesquisa demonstram que a técnica de fileiras próximas pode melhorar o controle de plantas daninhas e aumentar a produtividade de soja (Johnson et al., 1997). Estudo conduzido por Puricelli et al. (2003) constatou que a produção de matéria seca por planta de soja aos 40 dias após a semeadura foi maior em espaçamento estreito do que em espaçamentos afastados, mostrando maior habilidade competitiva com a espécie daninha *Anoda cristata* em espaçamento reduzido.

No presente experimento, as variáveis número de nós no caule, número de ramos laterais, comprimento médio de ramos, número de legumes chochos, número de grãos por legume produtivo e índice de colheita aparente não diferiram entre testemunhas com presença ou ausência de papuã para ambos os espaçamentos testados (Tabela 3.2). Contudo, foi relatado em outras pesquisas que a redução do espaçamento entre fileiras aumentou o número de ramos e este diminuiu linearmente com o aumento da população de plantas, como reflexo da competição entre estas (Rambo et al., 2003). Também, Board et al. (1990) afirmaram que, para uma mesma população de plantas, a diminuição do espaçamento entre fileiras da soja aumentou o número e o comprimento dos ramos. Por outro lado, o número de ramificações por planta de soja e seu desenvolvimento correlacionam-se com a competição intraespecífica por recursos do meio (Thomas et al., 1998).

A avaliação visual de cobertura do solo pelo dossel de papuã, realizada na pré-colheita da soja, indicou valores extremos na escala percentual para as testemunhas isenta ou não de infestação de papuã, respectivamente (Tabela 3.5). Entretanto, não houve diferença para cobertura entre os espaçamentos das fileiras testados para essas testemunhas.

A presença de papuã reduziu a estatura de plantas de soja em 7 e 2%, respectivamente, para os espaçamentos de 25 e 50 cm, comparando-se as testemunhas sem e com presença da infestante (Tabela 3.5). Contudo, não houve diferença significativa entre os espaçamentos das fileiras de soja. A resposta mais característica das plantas às alterações na qualidade da luz, oriundas do sombreamento mútuo das plantas ou da competição por luz, reflete-se no padrão de distribuição de recursos na planta. Diante disso, é provável que, no início do ciclo da soja, quando principiou a competição com papuã, as plantas da cultura tenham crescido mais, em detrimento da ramificação. Por outro lado, a presença de papuã, uma espécie  $C_4$  de alta eficiência fotossintética, prejudicou mais tarde o crescimento da soja, provavelmente porque as plantas, privadas da utilização plena de recursos, tornaram-se menos vigorosas ao sofrerem a interferência do papuã durante período prolongado.

Dentre os componentes da produtividade de grãos de soja, o número de legumes produtivos, geralmente está mais sujeito aos estresses, como aqueles resultantes da competição de plantas concorrentes. Neste estudo, observou-se efeito do espaçamento entre fileiras de soja sobre o componente número de legumes produtivos na testemunha infestada; o mesmo não ocorreu na testemunha livre de papuã (Tabela 3.5). Por outro lado, na testemunha infestada, o número de legumes produtivos, no

espaçamento de 25 cm, ultrapassou em 32% aquele obtido no espaçamento de 50 cm, o que explica, em grande parte, os resultados para produtividade de grãos. A presença permanente de papuã reduziu o número de legumes produtivos por planta em 41 e 54%, respectivamente, para os espaçamentos de 25 e 50 cm, comparativamente às testemunhas com e sem papuã. Neste sentido, Maehler (2000) não obteve diferença significativa, em experimento utilizando espaçamentos entre fileiras de 20 e 40 cm, no que se refere àquela variável.

Tabela 3.5 – Cobertura do solo pelo dossel de papuã (*Brachiaria plantaginea*) avaliada na pré-colheita da soja, estatura de planta de soja e legumes produtivos por planta, nas testemunhas com e sem controle de papuã, em função de espaçamentos entre fileiras de soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005/06

Espaçamentos (cm)	Cobertura de papuã (%)		Estatura de planta (cm)		Legumes produtivos (planta <sup>-1</sup> )	
	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã
25	B <sup>1</sup> 0 a	A 100 a	A 100 a	B 93 a	A 56 a	B 33 a
50	B 0 a	A 100 a	A 97 a	B 95 a	A 55 a	B 25 b
Coeficientes de variação (%) Controle de papuã		0 %	5,4 %		24,6 %	
Coeficientes de variação (%) Espaçamentos entre fileiras		0 %	5,6 %		27,5 %	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparadas nas linhas e minúscula nas colunas, em cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

O número de grãos por legume não foi influenciado nem pelo espaçamento entre fileiras, nem pela infestação de papuã, provavelmente porque possui maior controle genético e, por isso, apresenta pequena amplitude de variação por causas ambientais (Board et al., 1995). Neste período, não há diferenças na matéria seca e no índice de área foliar da soja com a redução do espaçamento entre fileiras (Pires et al., 1998), indicando que pode ocorrer um provável equilíbrio da relação fonte-demanda nos

espaçamentos de 20 e 40 cm, justificando a equivalência obtida para número de grãos por legume.

As produtividades de grãos obtidas para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm nas testemunhas com controle de papuã durante o ciclo da cultura não diferiram estatisticamente (Tabela 3.6). Resultados similares foram encontrados por Maehler (2000), que constatou produtividades de grãos equivalentes entre espaçamentos de 40 e de 20 cm, utilizando população de 40 plantas de soja  $m^{-2}$ . Conforme salientado pelo autor, a redução do espaçamento entre fileiras pode não trazer benefícios em produtividade, mas também não a reduz, o que é um fato importante, já que esta prática não aumenta os custos de produção da lavoura. Para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm, testados na presente pesquisa, constataram-se reduções de 45 e 68%, respectivamente, na produtividade de grãos, comparando-se as testemunhas com ausência e com presença de papuã (Tabela 3.6). Houve diferença entre os espaçamentos apenas na testemunha infestada, na qual a produtividade da soja foi 68% superior no espaçamento de 25 cm, comparativamente ao de 50 cm. Entretanto, outros autores relataram aumentos na produtividade de grãos, com reduções no espaçamento entre fileiras variáveis de 100 até 17 cm, obtendo acréscimos de até 40% (Herbert & Litchfield, 1982; 1998; Pires et al., 1998; Thomas et al., 1998; Ventimiglia et al., 1999).

A produtividade biológica aparente (PBA), mostrou comportamento similar ao da produtividade de grãos. A PBA não diferiu para os espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm, na testemunha livre de papuã (Tabela 3.6). Nos espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm houve reduções de 29 e 52%, respectivamente, quando se comparam as

testemunhas com presença e ausência de papuã. Tanto a produtividade de grãos como a PBA, nas testemunhas infestadas, foram maiores em espaçamento mais estreito, demonstrando a maior habilidade competitiva da soja com papuã em espaçamento reduzido.

Tabela 3.6 – Massa do grão, produtividade de grãos e produtividade biológica aparente de soja, nas testemunhas com e sem infestação de papuã (*Brachiaria plantaginea*), em função de espaçamentos entre fileiras de soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2005/06

Espaçamentos (cm)	Massa de mil grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )		Produtividade biológica (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã	Testemunha sem papuã	Testemunha com papuã
25	A 214 a	B 196 a	A 5264 a	B 2885 a	A 16184 a	B 11516 a
50	A 214 a	B 202 a	A 5280 a	B 1713 b	A 15312 a	B 7376 b
Coeficientes de variação (%)		2,3 %	17,4		28,9	
Controle de papuã						
Coeficientes de variação (%)		4,4 %	44,7		22,4	
Espaçamentos entre fileiras						

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, e minúscula nas colunas, em cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para a variável massa do grão não houve diferenças entre espaçamentos de fileiras em quaisquer das condições de infestação de papuã (Tabela 3.6). Mas, nos espaçamentos de 25 e 50 cm, houve reduções de 8 e 6% na massa do grão, respectivamente, comparando-se as testemunhas com presença e ausência de papuã. Alguns trabalhos mostram que a massa do grão pode variar em função do arranjo de plantas. Neste sentido, Moore (1991) observou que a massa e o tamanho dos grãos aumentaram quando o espaçamento entre plantas de soja era equidistante, e que esse aumento ocorreu também com a diminuição da população. Porém, outros trabalhos não verificaram que o espaçamento entre fileiras afete a massa do grão (Pires et al., 1998; Maehler, 2000).



A máxima produtividade de soja associa-se à interceptação plena de luz durante o período vegetativo e início do reprodutivo (Wells, 1991). A redução do espaçamento entre fileiras da soja demonstrou que esta técnica pode aumentar a habilidade competitiva da cultura e melhorar o controle de plantas daninhas e, por fim, incrementar a produtividade de grãos. Níveis de sombreamento impostos à soja durante os períodos vegetativo e reprodutivo reduzem o acúmulo de matéria seca e os números de folhas e de legumes formados pelas plantas (Melges et al., 1989). Neste aspecto, trabalho realizado por Mathew et al. (2000), aplicando enriquecimento de luz em determinados estádios de desenvolvimento da soja, indicou aumento na produtividade devido, principalmente, ao aumento de legumes produtivos. Segundo os autores, o enriquecimento de luz, imposto durante os estádios iniciais de desenvolvimento da soja, pode incrementar a disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e reduzir o aborto de flores e a abscisão de legumes, resultando em maior número final de legumes.

Neste estudo, as plantas de soja passaram e ser ultrapassadas pelas de papuã especialmente durante o período reprodutivo, o que, provavelmente, reduziu a utilização da luz, comprometendo a produção de fotoassimilados direcionados ao enchimento de grãos. Neste contexto, é possível atribuir-se as reduções nas variáveis estatura de planta, legumes produtivos, massa do grão, produtividade biológica e produtividade de grãos de soja, nos tratamentos infestados com papuã, à intensa capacidade desta gramínea em competir com a cultura pelos recursos disponibilizados no meio, mas nem sempre suficientes para atender às necessidades de ambos.

### 3.5 CONCLUSÕES

Tecnicamente, é viável reduzir a dose do herbicida graminicida clethodim em até 38% para controlar a espécie daninha papuã sem ocorrer perda de eficiência ou comprometimento da produtividade de grãos de soja;

Uma única aplicação do herbicida clethodim, na dose indicada ou em dose reduzida, realizada entre os estádios da soja de duas folhas simples até seis folhas trifolioladas e plantas de papuã desde uma folha até nove afilhos, mantém controle completo desta infestante e preserva inalteradas as características agronômicas da cultura;

Decréscimos observados em algumas características avaliadas em soja refletem especialmente os efeitos decorrentes do atraso no controle de papuã e não de redução na eficiência do herbicida clethodim;

O atraso na aplicação do herbicida clethodim quando as plantas de papuã já desenvolveram 14 afilhos e as plantas de soja alcançaram o estágio V<sub>7</sub> a V<sub>8</sub>, reduz a produtividade de grãos da cultura;

Geralmente, a maioria das características agronômicas avaliadas em soja expressa os melhores indicadores quando o herbicida clethodim é aplicado para controlar papuã com plantas de soja até o estágio de seis a sete folhas trifolioladas;

O controle eficaz do papuã beneficia a expressão plena da estatura de planta, número de legumes produtivos e produtividade biológica aparente, características associadas ao potencial de produtividade de grãos de soja;

Quando não há controle da infestação de papuã, a redução do espaçamento entre fileiras de soja de 50 para 25 cm aumenta a capacidade competitiva da cultura e o potencial de produtividade de grãos, vantagem que inexistente entre os espaçamentos quando há controle químico da infestante.

#### 4. DISCUSSÃO GERAL

O controle químico geralmente aplicado às infestações de papuã em soja aumenta os custos de produção e o potencial de contaminação ambiental. Esses fatores, acrescidos da pressão de seleção para surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, constituem-se em preocupações dos técnicos e produtores. Esses fatos têm pressionado a pesquisa a buscar estratégias alternativas de manejo de infestantes, atendendo o conceito de manejo integrado de plantas daninhas.

Os efeitos da época relativa de emergência soja-papuã permitem que se adotem estratégias que possibilitem à cultura se estabelecer antes da infestante, evitando-se perdas de produtividade. Uma das táticas investigadas foi a época de semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal, em que se observou que, na medida em que a cultura foi semeada mais próximo à data de dessecação, as perdas em produtividade de grãos, causadas pela interferência de papuã, foram substancialmente menores (Figura 2.12). A semeadura realizada no mesmo dia da dessecação da cobertura vegetal permitiu que a cultura se estabelecesse simultaneamente ou até antes do que o papuã; portanto, apresentou condições mais favoráveis para obter vantagem na concorrência por recursos. Já, na semeadura realizada após intervalo de 10 dias da dessecação isso não ocorreu, pois o papuã se

antecipou à soja, estabelecendo-se antes. Diferenças na época relativa de emergência afetam grandemente as habilidades competitivas de duas espécies associadas (Knezevic et al., 1994).

Com relação ao espaçamento entre fileiras da cultura, as produtividades de grãos de ambas as cultivares aumentaram quando o espaçamento entre fileiras foi reduzido de 50 para 25 cm, em ambas as épocas de dessecação (Figura 2.12). No espaçamento entre fileiras reduzido, provavelmente, houve menor competição intraespecífica, principalmente por luz, em função da melhor distribuição das plantas de soja na área. Arranjo equidistante das plantas pode proporcionar mais penetração e aproveitamento de luz nos estratos inferiores do dossel, contribuindo para aumentar a produtividade de grãos.

A utilização conjunta dos métodos químico e cultural para controle de plantas daninhas em soja é uma prática muito recomendável, quando se visa à redução nas doses dos herbicidas. Nas diferentes situações investigadas na pesquisa, a perda da produtividade de grãos foi influenciada de forma diferenciada pelas épocas de controle do papuã, mas não o foi pelas doses do herbicida clethodim. Para exemplificar, em uma das situações avaliadas, a perda máxima de produtividade de grãos de soja foi da ordem de 15% quando a aplicação do herbicida foi realizada aos 39 DAS (plantas de soja no estágio  $V_7$  a  $V_8$ ), comparando-se com a testemunha livre de papuã durante todo o ciclo (Figura 3.2). Essa diferença pode ser atribuída, basicamente, ao atraso no controle e à interferência decorrente da mais longa convivência entre infestante e cultura. Descarta-se, neste caso, falha na eficiência do herbicida, visto que os níveis baixos ou ausência de cobertura do solo pelo dossel de papuã indicou que o herbicida

clethodim foi eficiente no controle da infestante nos diferentes estádios de desenvolvimento em que foi aplicado e nas doses testadas.

Comparando-se as cultivares de soja, em cada combinação de tratamentos (Figura 2.12C), verificaram-se diferenças entre elas quando a dessecação foi realizada no mesmo dia da semeadura e foi usado espaçamento entre fileiras de 50 cm e, também, quando a dessecação foi realizada 10 DAS e o espaçamento foi de 25 cm. Em ambos os casos, a cultivar BRS 232 superou Fepagro-RS 10 em produtividade de grãos. Nas outras duas situações, ambas as cultivares mostraram produtividades equivalentes. A escolha de genótipo mais competitivo com plantas daninhas confere à cultura vantagem no processo de utilização de recursos e dominância na associação com plantas daninhas (Lemerle et al., 2001). A capacidade de supressão de ervas decorre do fato que espécies cultivadas que apresentam acelerado crescimento inicial, com uniformidade de ocupação do nicho, possuem alta capacidade de sombrear precocemente as plantas daninhas, diminuindo, dessa forma, a qualidade e a quantidade da luz incidente sobre as mesmas (Altieri & Liebman, 1988).

Através dos resultados obtidos nesta pesquisa ficou evidente que as relações competitivas entre soja e papuã são afetadas pelas práticas culturais empregadas. Esses resultados demonstram a necessidade de incorporação de práticas culturais diversificadas, como antecipação da emergência da cultura em relação às ervas, alteração no arranjo de plantas de soja, escolha de genótipo com maior habilidade competitiva e época adequada de controle químico.

A integração de medidas culturais e químicas de baixos impacto ambiental e comprometimento econômico possibilita racionalizar a utilização de herbicidas, uma vez

que a cultura possui capacidade de suprimir as plantas concorrentes e estas tornam-se mais debilitadas e podem mostrar redução na população. Desse modo, os programas de manejo integrado envolvem uma série de medidas de controle a serem adotadas de maneira combinada, geralmente incluindo herbicidas como um dos componentes, mas não colocando dependência exclusiva neles.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa comprovou que a produtividade de grãos de soja é muito afetada pela interferência do papuã. Práticas culturais utilizadas de forma integrada, como antecipação da emergência da soja em relação ao papuã, redução do espaçamento entre fileiras da cultura, escolha de genótipo com maior capacidade competitiva e época adequada de aplicação herbicida em pós-emergência, beneficiam a cultura da soja, permitindo que ela se sobreponha ao papuã;

O controle químico tardio de papuã (plantas com até 14 afilhos), quando as plantas de soja já se encontram no estágio  $V_7$  a  $v_8$  causa redução na produtividade de grãos da cultura. O uso de medidas culturais e químicas combinadas, permite reduzir a dose do herbicida clethodim para controlar papuã, sem perda de eficiência ou comprometimento da produtividade de grãos de soja.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARSSSEN, L.W. Ecological combining ability and competitive combining ability in plants: toward a general evolutionary theory of coexistence in systems of competition. **American Naturalist**, Chicago, v.122, n.6, p.707-731, 1983.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p.

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34p.

ALTIERI, M.A.; LIEBMAN, M. **Weed management in agroecosystems: ecological approaches**. Boca Raton: CRC Press, 1988. 354p.

ASKEW, S.D.; SHAW, D.R.; STREET, J.E. Graminicide application timing influences red rice (*Oryza sativa*) control and seedhead reduction in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.1, p.176-181, 2000.

BALBINOT JR. et al. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, v.2, p.165-174, 2003.

BALBINOT JR., A.A. et al. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, v.2, p.165-174, 2003.

BALLARÉ, C.L. Keeping up with the neighbours. Phytochrome sensing and other signalling mechanisms. **Trends in Plant Science**, London, v.4, n.2, p.97-102, 1999.

BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L.; SÁNCHEZ, R.A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **Hortscience**, Alexandria, v.30, n.6, p.1172-1181, 1995.

BALYAN, R.S. Integrated weed management studies in soybean (*Glycine max* L.). **Oil Crop**, Newslett, v.9, n.1, p.42-44, 1992.

BARRENTINE, W.L. Common cocklebur competition in soybean. **Weed Science**, Champaign, v.22, n.6, p.600-603, 1974.

BECKIE, H.J. Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. **Weed Technology**, Lawrence, v.20, n.3, p.793-814, 2006.

BEGNA, S.H. et al. Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids differing in canopy architecture. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.14, n.4, p.293-302, 2001.

BELLES, D.S.; THILL, D.C.; SHAFII, B. PP-604 rate and *Avena fatua* density effects on seed production and viability in *Hordeum vulgare*. **Weed Science**, Lawrence, v.48, n.3, p.378-384, 2000.

BENNETT, A.C.; SHAW, D.R. Effect of *Glycine max* cultivar and weed control on weed seed characteristics. **Weed Science**, Lawrence, v.48, n.4, p.431-435, 2000.

BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; LAMEGO, F.P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1380-1387, 2006.

BLACKSHAW, R.E. Downy brome (*Bromus tectorum*) interference in winter rye (*Secale cereale*). **Weed Science**, Champaign, v.41, n.4, p.557-562, 1993.

BLACKSHAW, R.E. et al. Reduced herbicide doses in field crops: a review. **Weed Biology and Management**, Oxford, v.6, n.1, p.10-17, 2006.

BLACKSHAW, R.E. et al. Combining agronomic practices and herbicides improves weed management in wheat-canola rotations within zero-tillage production systems. **Weed Science**, Lawrence, v.53, n.4, p.528-535, 2005.

BLACKSHAW, R.E. et al. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.2, p.327-336, 2000.

BLACKSHAW, R.E.; MOLNAR, L.J.; JANZEN, H.H. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. **Weed Science**, Lawrence, v.52, n.4, p.614-622, 2004.

BLANCO, H.G. Competição de plantas daninhas em culturas brasileiras. In: MARCONDES, D.A.S. **Controle integrado de plantas daninhas**. São Paulo: CREA-SP, 1982. p.43-47.

BLANCO, H.G. et al. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **O Biológico**, São Paulo, v.38, n.2, p.31-35, 1973.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.6, p.1103-1106, 1994.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A.M. Narrow-row seed yield enhancement indeterminate soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.1, p.64-68, 1990.

BOARD, J.E.; WIER, A.T.; BOETHEL, D.J. Source strength influence on soybean formation during early and late reproductive development. **Crop Science**, Madison, v.35, n.4, p.1104-1110, 1995.

BOERBOOM, C.M. Nonchemical options for delaying weed resistance to herbicides in Midwest cropping systems. **Weed Technology**, Lawrence, v.13, n.3, p.636-642, 1999.

BOSNIC, A.C.; SWANTON, C.J. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.2, p.276-282, 1997.

BOSTRÖM, U.; FOGELFORS, H. Long-term effects of herbicide-application strategies on weeds and yield in spring-sown cereals. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n.2, p.196-203, 2002.

BOSTRÖM, U.; HANSON, M.; FOGELFORS, H. Weeds and yields of spring cereals as influenced by stubble-cultivation and reduced doses of herbicides in five long-term trials. **Journal of Agricultural Science**, New York, v.134, n.3, p.237-244, 2000.

BRAIN, P. et al. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. **Weed Research**, Oxford, v.39, n.1, p.21-35, 1999.

BRAZ, B.A. **Efeitos de reduções de distâncias entrelinhas e de dosagens de latifolicidas no controle de plantas daninhas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Jaboticabal: UNESP, 1996. 143f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

BUHLER, D.D. Challenges and opportunities for integrated weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n.3, p.273-280, 2002.

BURNSIDE, O.C.; MOOMAW, R.S. Control of weeds in narrow-row soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.1, p.793-796, 1977.

CALLAWAY, M.B. A compendium of crop varietal tolerance to weeds. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v.7, n.4, p.169-180, 1992.

CARDINA, J.; HERMS, C.P.; DOOHAN, D.J. Crop rotation and tillage system effects on seedbanks. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n.4, p.448-460, 2002.

CAREY, V.F.; SMITH JR, R.J.; TALBERT, R.E. Reduced and standard herbicide rates for grass control in rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.2, p.409-414, 1992.

CATON, B.P. et al. Weed shoot morphology effects on competitiveness for light in direct-seeded rice. **Weed Research**, Oxford, v.41, n.2, p.155-163, 2001.

CHAUVEL, B. et al. Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). **Crop Protection**, Oxford, v.20, n.2, p.127-137, 2001.

CHEMALE, V.M. et al. Efeito de quatro espaçamentos e três períodos de capina no controle de plantas daninhas da soja. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.24, n.1, p.31-45, 1988.

CHIKOYE, D.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.375-380, 1995.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Soja - Brasil**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/SojaSerieHist.xls>>. Acesso em: 21 dez. 2006.

CONSTANTIN, J.; MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA JR., R.S. Sistemas de manejo em plantio direto e sua influência sobre herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v.1, n.3, p.233-242, 2000.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. **How a soybean plant develops**. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 1996. 233p.

COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30p.

COUSENS, R. et al. The use of biologically realistic equations to describe the effects of weed density and relative time of emergence on crop yield. **Weed Science**, Champaign, v.35, n.5, p.720-725, 1987.

CUNHA, M.M.; FLECK, N.G.; VARGAS, L. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea* (Linck) Hitchc.) e de espécies daninhas dicotiledôneas em soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, n.2 , p.125-131,1997.

CZAPAR, G.F.; CURRY, M.P.; WAX, L.M. Grower acceptance of economic thresholds for weed management in Illinois. **Weed Technology**, Lawrence, v.11, n.4, p.828-831, 1997.

DALLEY, C.D.; KELLS, J.J.; RENNER, K.A. Effect of glyphosate application Timing and row spacing on corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) yields. **Weed Technology**, Lawrence, v.18, n.1, p.165-176, 2004.

DERKSEN, D.A. et al. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.2, p.174-185, 2002.

DEVLIN, D.L.; LONG, J.H.; MADDUX, L.D. Using reduced rate of postemergence herbicides in soybeans (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v.5, n.4, p. 834-840, 1991.

DIELEMAN, J.A. et al. Decision rules for postemergence control of pigweed (*Amaranthus* spp.) in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.44, n.1, p.126-132, 1996.

DIELEMAN, J.A. et al. Empirical models of pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.43, n.4, p.612-618, 1995.

DIELEMAN, J.A.; MORTENSEN, D.A.; MARTIN, A.R. Influence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and common sunflower (*Helianthus annuus*) density variation on weed management outcomes. **Weed Science**, Lawrence, v.47, n.1, p.81-89, 1999.

DOMINGUEZ, C.; HUME, D.J. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybean at three densities. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.5, p.801-805, 1978.

DONALD, C.M. In search of yield. **Journal Australian Institute Agricultural Science**, Melbourne, v.28, n.1, p.171-178, 1962.

DOYLE, P.; STYPA, M. Reduced herbicide rates: a Canadian perspective. **Weed Technology**, Lawrence, v.18, n.4, p.1157-1165, 2004.

DURIGAN, J.C. **Matocompetição e comportamento de baixas doses de herbicidas, na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: ESALQ, 1983. 163f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

DYBING, C.D. Soybean flower production as related to plant growth and seed yield. **Crop Science**, Madison, v.34, n.2, p.489-497, 1994.

EGLI, D.B. Plant density and soybean yield. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.977-981, 1988.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

ESBENSHADE, W.R. et al. Effect of establishment date and crop competition on burcucumber fecundity. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.4, p.524-527, 2001.

FISCHER, R.A.; MILES, R.E. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds: a theoretical analysis. **Mathematical Biosciences**, New York, v.18, n.2, p.335-350, 1973.

FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, Piracicaba, v.3, n.2, p.61-67, 1980.

FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, Piracicaba, v.3, n.2, p.61-67, 1980.

FLECK, N.G. Doses reduzidas de herbicidas de pós-emergência para controle de papuã em soja. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.1, p.21-28, 1994.

FLECK, N.G. et al. Interferência de picão-preto e guanxuma com a soja : efeitos da densidade de plantas e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.41-48, 2004.

FLECK, N.G. et al. Interferência de *Raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.3, p.425-434, 2006.

FLECK, N.G. et al. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após a dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.53-62, 2002.

FLECK, N.G. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com a soja e ganho de produtividade obtido através de seu controle. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.63-68, 1996.

FLECK, N.G.; CANDEMIL, C.R.G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p. 27-32, 1995.

FLECK, N.G.; CUNHA, M.M.; VARGAS, L. Dose reduzida de clethodim no controle de papuã na cultura da soja, em função da época de aplicação. **Planta Daninha**, Botucatu, v.15, n.1, p.18-24, 1997.

GIBSON, K.D. et al. Crop traits related to weed suppression in water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). **Weed Science**, Lawrence, v.51, n.1, p.87-93, 2003.

GILL, G.S.; HOLMES, J.E. Efficacy of cultural control methods for combating herbicide-resistant *Lolium rigidum*. **Pesticide Science**, Sussex, v.51, n.3, p.352-358, 1997.

GOLDBERG, D.E.; LANDA, K. Competitive effect and response: hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. **Journal of Ecology**, Oxford, v.79, n.4, p.1013-1030, 1991.

GRIFFIN, J.L.; BAKER, J.B. Tolerance of rice (*Oryza sativa*) cultivars to fenoxaprop, sethoxydim, and haloxyfop-methyl. **Weed Science**, Champaign, v.38, n.4, p.528-531, 1990.

GRUNDY, A.C.; JONES, N.E. What is the weed seed bank? In: NAYLOR, R.E.L. (Ed.) **Weed management handbook**. Oxford: Blackwell Science, 2002. p.39-62.

HAEFELE, S.M. et al. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.88, n.1, p.39-56, 2004.

HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.W. The critical period of weed control em grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v.40, n.3, p.441-447, 1992.

HAMILL, A.S. et al. Benefits and risks of economic vs. efficacious approaches to weed management in corn and soybean. **Weed Technology**, Lawrence, v.18, n.3, p.723-732, 2004.

HANSEN, W.R.; SHIBLES, R. Seasonal log of the flowering and podding activity of field – grown soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.1, p.47-50, 1978.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Acesso em: 21 dez. 2006.

HERBERT, S.J.; LITCHFIELD, G.V. Partitioning soybean seed yield components. **Crop Science**, Madison, v.22, n.5, p.1074-1079, 1982.

HOCK, S.M. et al. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. **Weed Science**, Lawrence, v.54, n.1, p.38-46, 2006.

HOLM, F.A.; KIRKLAND, K.J.; STEVENSON, F.C. Defining optimum rates and timing for wild oat control in spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.1, p.167-175, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Confronto das safras de 2004 e das estimativas para 2005 - Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 Dez. 2006.

JANNINK, J.L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, Madison, v.40, n.4, p.1087-1094, 2000.

JANNINK, J.L.; JORDAN, N.R.; ORF, J.H. Feasibility of selection for high weed suppressive ability in soybean: absence of tradeoffs between rapid initial growth and sustained later growth. **Euphytica**, Dordrecht, v.120, n.2, p.291-300, 2001.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.H.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow row crop spacing, herbicide and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, n.1, p. 40-46, 1998.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R. Effect of row spacing and herbicide application timing on weed control and grain yield in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, Lawrence, v.16, n.3, p.548-553, 2002.

JOHNSON, M.D.; WYSE, D.L.; LUESCHEN, W.E. The influence of herbicide formulation on weed-control in 4 tillage systems. **Weed Science**, Champaign, v.37, n.2, p.239-249, 1989.

JOHNSON, W.G.; GIBSON, K.D. Glyphosate-resistant weeds and resistance management strategies: an Indiana grower perspective. **Weed Technology**, Lawrence, v.20, n.3, p.768-772, 2006.

JUAN, V.F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R.R. Competência de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.175-180, 2003.

KARAM, D. et al. Estudo da interferência de plantas daninhas com a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina, 1993. p.32-33.

KIRKLAND, K.J.; HOLM, F.A.; STEVENSON, F.C. Appropriate crop seeding rate when herbicide rate is reduced. **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.4, p.692-698, 2000.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: Basf, 1997. 978p. Tomo II.

KLINGAMAN, T.E.; KING, C.A.; OLIVER, L.R. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. **Weed Science**, Champaign, v.40, n.2, p.227-232, 1992.

KLINGMAN, T.E.; KING, C.A.; OLIVER, L.R. Effect of application rate, weed species, and stage of growth on imazethapyr activity. **Weed Science**, Champaign, v.40, n.2, p.227-232, 1992.

KNAKE, E.L. Weed control for soybean in the nineties. In: COPPING, L.G.; GREEN, N.B.; REES, R.T. (Ed.). **Pest management in soybean**. London: SCI, 1992. p.360-367.

KNEZEVIC, S.Z.; EVANS, S.P.; MAINZ, M. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v.17, n.4, p.666-673, 2003.

KNEZEVIC, S.Z.; HORAK, M.J.; VANDERLIP, R.L. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) competition. **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.4, p.502-508, 1997.

KNEZEVIC, S.Z.; VANDERLIP, R.L.; HORAK, M.J. Relative time of redroot pigweed emergence affects dry matter partitioning. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.5, p.617-621, 2001.



KNEZEVIC, S.Z.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v.42, n.4, p.568-576, 1994.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N.; SHAW, D.R. Effects of rye cover crop residue and herbicides on weed control in narrow and wide row soybean planting systems. **Weed Biology and Management**, Oxford, v.2, n.4, p.216-224, 2002.

KRATOCHVIL, R.J. et al. Row-spacing and seeding rate effects on glyphosate-resistant soybean for Mid-Atlantic production systems. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.4, p.1029-1038, 2004.

KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P. Optimization of weed management systems: the role of ecological models of interplant competition. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.2, p.462-470, 1992.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja. II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

LAMEGO, F.P. **Tolerância à interferência e habilidade de supressão de plantas competidoras por genótipos de soja**. 2004. 148f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LEMERLE, D. et al. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.52, n.5, p.527-548, 2001.

LEMERLE, D. et al. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. **Weed Research**, Oxford, v.36, n.6, p.505-513, 1996.

LEMERLE, D. et al. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. **Weed Research**, Oxford, v.36, n.6, p.505-513, 1996.

LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; ORCHARD, B. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. **Weed Research**, Oxford, v.41, n.3, p.197-209, 2001.

LIEBMAN, M.; STAVAR, C.P. Crop diversification for weed management. In: LIEBMAN, M.; MOHLER, C.L.; STAVAR, C.P. (Eds.) **Ecological management of agricultural weeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p.322-374.

LINDQUIST, J.L.; MORTENSEN, D.A.; JOHNSON, B.E. Mechanisms of corn tolerance and velvetleaf suppressive ability. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, n.6, p.787-792, 1998.

LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology**: productivity and management in agricultural systems. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 520p.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.185-214.

LUTMAN, P.J.W. et al. Prediction of competition between oilseed rape and *Stellaria media*. **Weed Research**, Oxford, v.40, n.3, p.255-269, 2000.

MAEHLER, A.R. **Crescimento e rendimento de duas cultivares de soja em resposta ao arranjo de plantas e regime hídrico**. 2000. 108f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MARCHEZAN, E. **Produção e fixação de flores e legumes, por nó do caule e dos ramos, em três cultivares de soja**. 1982. 105f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

MARTIN, S.G.; VANACKER, R.C.; FRIESEN, L.F. Critical period of weed control in spring canola. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.3, p.326-333, 2001.

MARTINS, D. Interferência de capim-marmelada na cultura da soja. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.2, p.93-99, 1994.

MASSINGA, R.A. et al. Interference of palmer amaranth in corn. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.2, p.202-208, 2001.

MATHEW, J.P. et al. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. **Agronomy Journal**, Madison, v.92, n.6, p.1156-1161, 2000.

MATTHEWS, J.M. Management of herbicide resistant weed populations. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. (Eds.) **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.317-335.

MCDONALD, G.K. Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. **Weed Research**, Oxford, v.43, n.1, p.48-58, 2003.

MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento e produção de matéria seca e produtividade de soja submetida a quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1073-1080, 1989.

MEROTTO JR., A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.9-16, 2002.

MEROTTO JR., A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Variação da competição interespecífica em milho em função do controle de plantas daninhas em faixas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.287-294, 2001.

MOHLER, C.L. Enhancing the competitive ability of crops. In: LIEBMAN, M.; MOHLER C.L.; STAYER, C.P. (Eds.) **Ecological management of agricultural weeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p.269-322.

MOORE, S.H. Uniformity of plant spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**, Madison, v.31, n.4, p.1049-1051, 1991.

MORTENSEN, D.A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Research**, Oxford, v.40, n.1, p.49-62, 2000.

MULUGETA, D.; BOERBOOM, C.M. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Science**, Lawrence, v.48, n.1, p.35-42, 2000.

NAVARRO JR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, 2002.

NAZARKO, O.M.; VAN ACKER, R.C.; ENTZ, M.H. Strategies and tactics for herbicide use reduction in field crops in Canada: a review. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.85, n.2, p.457-479, 2005.

NGOUAJIO, M.; LEMIEUX, C.; LEROUX, G.D. Prediction of corn (*Zea mays*) yield loss from early observations of the relative leaf area and the relative leaf cover of weeds. **Weed Science**, Lawrence, v.47, n.3, p.297-304, 1999.

NI, H. et al. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Science**, Lawrence, v.48, n.2, p.200-204, 2000.

NICE, G.R.W.; BUEHRING, N.W.; SHAW, D.R. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) response to shading, soybean (*Glycine max*) row spacing and population in three management systems. **Weed Technology**, Lawrence, v.15, n.1, p.155-162, 2001.

O'DONOVAN, J.T. et al. Barley seeding rate influences the effects of variable herbicide rates on wild oat. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.6, p.746-754, 2001.

O'DONOVAN, J.T. et al. Influence of the relative-time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Science**, Champaign, v.33, n.4, p.498-503, 1985.

OGG JR., A.G.; SEEFELDT, S.S. Characterizing traits that enhance the competitiveness of winter wheat (*Triticum aestivum*) against jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*). **Weed Science**, Lawrence, v.47, n.1, p.74-80, 1999.

OLESEN, J.E. et al. Simulation of above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.89, n.2-3, p.263-280, 2004.

OLIVEIRA JR., R.S. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.721-732, 2006.

OLOFSDOTTER, M.; JENSEN, L.B.; COURTOIS, B. Improving crop competitive ability using allelopathy: an example from rice. **Plant Breeding**, Berlin, v.121, n.1, p.1-9, 2002.

PANDEY, J.P.; TORRIE, J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Crop Science**, Madison, v.13, n.5, p.505-507, 1973.

PAOLINI, R. et al. Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time. **Weed Research**, Oxford, v.38, n.4, p.247-255, 1998.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.** Piracicaba: ESALQ, 2001. 130f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PIRES, J.L.F. et al. Redução na dose de herbicida pós-emergente e no espaçamento entre linhas para controle de papuã em soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.337-343, 2001.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.183-188, 1998.

PITELLI, R.A. Biologia de plantas daninhas. In: SEMANA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, 10., 1990, Bandeirantes. **Anais...** Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", 1990. p.58-100.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, p.16-27, 1985.

POPP, M.P. et al. Evaluation of seedbed preparation, planting method, and herbicide alternatives for dryland soybean production. **Agronomy Journal**, Madison, v.92, n.6, p.1149-1155, 2000.

PROCÓPIO, S.O. et al. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.1, p.193-197, 2006.

PROSTKO, E.P.; MEADE, J.A. Reduced rates of postemergence herbicides in conventional soybeans (*Glycine max*). **Weed Technology**, Champaign, v.7, n.2, p.365-369, 1993.

PURICELLI, E.C.; FACCINI, D.E.; SABBATINI, M.R. Spurred anoda (*Anoda cristata*) competition in narrow and wide-row soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v.17, n.3, p.446-451, 2003.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: Willey, 1997. 589p. Cap. 1: Weeds and weed science. Cap. 2: Principles of weed ecology. Cap. 5: Associations of weeds and crops. Cap. 6: Physiological aspects of competition. Cap. 7: Other types of interference.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, 2003.

RASMUSSEN, I.A. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. **Weed Research**, Oxford, v.44, n.1, p.12-20, 2004.

REES, M. et al. Long-term studies of vegetation dynamics. **Science**, Washington, v.293, n. 5530, p.650-655, 2001.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 32., 2004, Passo Fundo. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2004/2005**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2005. 170p.

RIBOLDI, J. **Delineamentos experimentais de campo**. Porto Alegre: Instituto de Matemática da UFRGS, 1993. 71p. (Cadernos de Matemática e Estatística).

RIZZARDI, M.A. et al. Ajuste de modelo para quantificar o efeito de plantas daninhas e épocas de semeadura no rendimento de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.35-43, 2003.

RIZZARDI, M.A. **Nível de dano econômico para a tomada de decisão no controle de picão-preto (*Bidens spp.*) e guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) na cultura da soja**. 2002. 175f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G. Dose econômica ótima de acifluorfen + bentazon para controle de picão-preto e guaxuma em soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.117-125, 2004.

ROGGENKAMP, G.J.; MASON, S.C.; MARTIN A.R. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and green foxtail (*Setaria viridis*) response to corn (*Zea mays*) hybrid. **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.2, p.304-311, 2000.

RUEDELL, J.; SEDIYAMA, T.; BARNI, N.A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao efeito conjugado de arranjo de plantas e herbicidas. I. Controle de plantas daninhas e rendimento de grãos. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n.1, p.95-106, 1981.

SAS Institute. **SAS/STAT User's guide**. Cary, NC, 1999. 943p.

SEIBERT, A.C.; PEARCE, R.B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Science**, Champaign, v.41, n.1, p.52-56, 1993.

SHANER, D.L. The impact of glyphosate-tolerant crops on the use of other herbicides and on resistance management. **Pest Management Science**, Sussex, v.56, n.4, p.320-326, 2000.

SHAW, D.R.; RANKINS JR., A.; RUSCOE, J.T. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) interference with soybean (*Glycine max*) cultivars following herbicide treatments. **Weed Technology**, Lawrence, v.11, n.3, p.510-514, 1997.

SHILLING, D.G. et al. Effect of soybean (*Glycine max*) cultivar, tillage and rye (*Secale cereale*) mulch on sicklepod (*Cassia obtusifolia*). **Weed Technology**, Champaign, v.9, n.2, p.339-342, 1995.

SILVA, A.C. et al. Interação competitiva de *Brachiaria brizantha* e *B. plantaginea* sob doses reduzidas de fluazifop-p-butyl, aplicadas em diferentes épocas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.79-84, 2005.

SPANDL, E.B.; DURGAN, R.; MILLER, D.W. Wild oat (*Avena fatua*) control in spring wheat (*Triticum aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare*) with reduced rates of postemergence herbicides. **Weed Technology**, Lawrence, v.11, n.3, p.591-597, 1997.

STAHLMAN, P.W.; MULLER, S.D. Downy brome (*Bromus tectorum*) interference and economic thresholds in winter wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Science**, Champaign, v.38, n.3, p.224-228, 1990.

STECKEL, L.E.; DEFELICE, M.S.; SIMS, B.D. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed controle in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.38, n.6, p.541-545, 1990.

STECKEL, L.E.; DEFELICE, M.S.; SIMS, B.D. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.38, n.6, p.541-545, 1990.

STOUGAARD, R.N.; MAXWELL, B.D.; HARRIS, J.D. Influence of application timing on the efficacy of reduced rate postemergence herbicides for wild oat (*Avena fatua*) control in spring barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Technology**, Lawrence, v.11, n.2, p.283-289, 1997.

TEASDALE, J. R. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.4, p.447-453, 1998.

THARP, B.E.; KELLS, J.J. Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album*) growth. **Weed Technology**, Lawrence, v.15, n.3, p.413-418, 2001.

THILL, D.C.; LEMERLE, D. World wheat and herbicide resistance. In: POWLES, S.B.; SHANER, D.L. (Eds.) **Herbicide resistance and world grains**. New York: CRC Press, 2001. p.165-194.

THOMAS, A.L. **Desenvolvimento e rendimento da soja em resposta à cobertura morta e à incorporação de gesso ao solo, com e sem irrigação**. 1992. 91f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1389-1396, 1994.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, Brasília, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

TOLLENAAR, M. et al. Effect of crop density on weed interference in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.4, p.591-595, 1994.

TRAORÉ, S. et al. Competitive ecophysiology of grain sorghum and *Abutilon theophrasti* in monoculture and in mixture. **Weed Research**, Oxford, v.42, n.1, p.65-75, 2002.

VALENTINI, M.H.E. et al. Épocas de manejo químico de coberturas de solo para o feijoeiro em plantio direto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.2, n.1-2, p.11-16, 2001.

VANACKER, C.R.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. The critical period of weed control in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Weed Science**, Champaign, v.41, n.2, p.194-200, 1993.

VANDEVENDER, K.W.; COSTELLO, T.A.; SMITH JR., R.J. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.2, p.218-224, 1997.

VENTIMIGLIA, L.A. et al. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

VIDAL, R.A. et al. Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p.373-377, 1998.

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

WALKER, S.R. et al. Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. **Weed Research**, Oxford, v.42, n.4, p.257-270, 2002.

WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.755-761, 1991.

WILLE, M.J.; THILL, D.C.; PRICE, W.J. Wild oat (*Avena fatua*) seed production in spring barley (*Hordeum vulgare*) is affected by the interaction of wild oat density and herbicide use. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.3, p.336-343, 1998.

WORTMANN, C.S. Contribution of bean morphological characteristics to weed suppression. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.4, p.840-843, 1993.

YODA, K. et al. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions: intraspecific competition among higher plants. **Journal Biology Osaka City University**, Osaka, v.14, n.1, p.107-129, 1963.

YOUNG, B.G. Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glyphosate-resistant crops. **Weed Technology**, Lawrence, v.20, n.2, p.301-307, 2006.

YOUNG, B.G. et al. Weed management in narrow and wide row glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Lawrence, v.15, n.1, p.112-121, 2001.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P. Efeitos de métodos e épocas de controle das plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.1, p.143-150, 2000.

ZHANG, J.; WEAVER, S.E.; HAMILL, A.S. Risks and reliability of using herbicides at below-labeled rates. **Weed Technology**, Lawrence, v.14, n.1, p.106-115, 2000.



## 7. APÊNDICES

Apêndice 1 - Chuvas ocorridas e datas em que houve suplementação hídrica através de irrigação por aspersão em experimentos conduzidos a campo com soja, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Mês	Decêndio	Chuvas (mm) <sup>1</sup>	Suplementação hídrica (dias)
Novembro	Primeiro	42,2	
	Segundo	0,1	
	Terceiro	5,4	
Dezembro	Primeiro	15,3	08/12/2005
	Segundo	25,0	13/12/2005
	Terceiro	23,6	21/12/2005
Janeiro	Primeiro	28,6	05/01/2006
	Segundo	69,1	13/01/2006
	Terceiro	34,0	
Fevereiro	Primeiro	3,2	09/02/2006
	Segundo	22,7	
	Terceiro	1,5	
Março	Primeiro	0,0	08/03/2006
	Segundo	16,1	16/03/2006
	Terceiro	3,2	28/03/2006
Abril	Primeiro	47,4	
	Segundo	36,9	
	Terceiro	0,2	

<sup>1</sup>Dados obtidos junto ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Apêndice 2 – Resumo das análises de variância para variáveis avaliadas ao final do ciclo das cultivares de soja, relativas ao Capítulo 2, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Causas da variação	Cobertura do solo pelo dossel de papuã (%)		População de soja (m <sup>-2</sup> )	Estatura de planta (cm)	Nós por planta (n°)	Ramos por área (m <sup>-2</sup> )
	Estádio R <sub>1</sub>	Na colheita da soja				
	Valores de F					
Cultivares de soja	1,53 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	3,91 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	6,08 <sup>*</sup>
Espaçamentos entre fileiras	7,03 <sup>*</sup>	9,49 <sup>*</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>
Cultivares x Espaçamentos	0,24 <sup>ns</sup>	3,03 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Épocas de dessecação da cobertura	860,88 <sup>*</sup>	939,64 <sup>*</sup>	48,59 <sup>*</sup>	29,76 <sup>*</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	59,19 <sup>*</sup>
Cultivares x Épocas de dessecação	0,24 <sup>ns</sup>	1,99 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	6,13 <sup>**</sup>
Espaçamentos x Épocas de dessecação	4,69 <sup>**</sup>	7,66 <sup>**</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>
Cultivares x Espaçamentos x Épocas de dessecação	0,50 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Blocos	0,76 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Coeficientes de variação (%)	18,0 <sup>*</sup>	13,9	21,8 <sup>*</sup>	3,8 <sup>**</sup>	9,4 <sup>*</sup>	32,3 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup> Não significativo.

\* Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Valor significativo ao nível de 10% de probabilidade.

(Continuação do Apêndice 2)

Causas da variação	Comprimento médio de ramos (cm)	Legumes chochos (m <sup>-2</sup> )	Legumes produtivos (m <sup>-2</sup> )	Grãos por legume (n°)	Massa de mil grãos (g)
	Valores de F				
Cultivares de soja	0,09 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	8,11 *
Espaçamentos entre fileiras	0,00 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	4,71 *	1,15 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>
Cultivares x Espaçamentos	0,07 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
Épocas de dessecação da cobertura	28,92 *	49,38 *	85,80 *	7,91 *	0,57 <sup>ns</sup>
Cultivares x Épocas de dessecação	0,32 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Espaçamentos x Épocas de dessecação	5,08 **	0,10 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Cultivares x Espaçamentos x Épocas de dessecação	0,01 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Blocos	1,31 <sup>ns</sup>	2,86 **	0,23 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Coeficientes de variação (%)	14,8 *	25,7 **	29,5 **	6,1 **	7,6 **

<sup>ns</sup> Não significativo.

\* Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Valor significativo ao nível de 10% de probabilidade.

(Continuação do Apêndice 2)

Causas da variação	Produtividade biológica (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Índice de colheita (%)
	Valores de F		
Cultivares de soja	13,50 *	77,26 *	34,02 *
Espaçamentos entre fileiras	108,95 *	293,57 *	7,03 *
Cultivares x Espaçamentos	7,82 **	1,43 <sup>ns</sup>	3,95 **
Épocas de dessecação da cobertura	1055,41 *	1536,39 *	1,76 <sup>ns</sup>
Cultivares x Épocas de dessecação	1,05 <sup>ns</sup>	1,99 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Espaçamentos x Épocas de dessecação	22,72 **	14,34 **	0,86 <sup>ns</sup>
Cultivares x Espaçamentos x Épocas de dessecação	3,71 **	24,94 **	0,63 <sup>ns</sup>
Blocos	1,12 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Coeficientes de variação (%)	8,4 **	7,5 **	5,6 **

<sup>ns</sup> Não significativo.

\* Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Valor significativo ao nível de 10% de probabilidade.

Apêndice 3 – Coeficientes de correlação linear simples entre características agronômicas da soja, avaliadas em experimento a campo, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2005/06

Variáveis avaliadas	Legumes produtivos	Grãos por legume	Massa do grão	Produtividade biológica	Produtividade de grãos
Cobertura do solo por papuã					
Estádio R <sub>1</sub>	-0,85 **	-0,42 **	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,92 **	-0,89 **
Na colheita	-0,88 **	-0,44 **	-0,21 <sup>ns</sup>	-0,95 **	-0,93 **
População final de soja	0,87 **	0,39 *	0,34 *	0,84 **	0,83 **
Estatura de planta de soja	-0,46 **	-0,30 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	-0,59 **	-0,59 **
Nós por planta	0,66 **	0,44 **	0,18 <sup>ns</sup>	0,62 **	0,58 **
Ramos por área	0,83 **	0,35 *	0,39 *	0,80 **	0,84 **
Comprimento médio de ramos	0,61 **	0,16 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,60 **	0,58 **
Legumes chochos	0,72 **	0,35 *	0,01 <sup>ns</sup>	0,68 **	0,63 **
Legumes produtivos	-	0,40 *	0,29 <sup>ns</sup>	0,91 **	0,89 **
Grãos por legume	0,40 *	-	0,03 <sup>ns</sup>	0,51 *	0,44 *
Massa do grão	0,29 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-	0,29 <sup>ns</sup>	0,38 *
Produtividade biológica	0,90 **	0,51 **	0,29 <sup>ns</sup>	-	0,97 **
Índice de colheita	0,29 <sup>ns</sup>	0,33 *	0,56 **	0,30 <sup>ns</sup>	0,36 *

<sup>ns</sup> Correlação não significativa. \*\* Correlação significativa a 1% e \* a 5% de probabilidade do erro.

## **8. VITA**

Carlos Alberto Lazaroto, filho de Nelso Lazaroto e de Celita Balestrin Lazaroto, nasceu em 08 de setembro de 1982, no Município de Palmitinho, Rio Grande do Sul. cursou o primeiro grau na Escola Estadual Olavo Bilac, em Palmitinho, e o segundo grau no Colégio Agrícola de Frederico Westephalen (CAFW/UFSM), em Frederico Westephalen. Em 2000, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde se graduou como Engenheiro Agrônomo em 2004. No período de março de 2001 a dezembro de 2004 desenvolveu atividades como bolsista do Programa Educação Tutorial (PET--CAPES), tendo atuado no Departamento de Fitossanidade (área de Plantas Daninhas) da Faculdade de Agronomia da UFPel. Em março de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia (Plantas de Lavoura) junto ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre.

## **9. ANEXOS**





Anexo 1 – Visualização de parcelas de soja aos 17 dias após a emergência, cultivada em espaçamentos entre fileiras de 50 e 25 cm, respectivamente. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06.





Anexo 2 – Visualização de parcelas de soja aos 43 dias após a emergência, seguindo aplicação do herbicida clethodim em duas épocas para controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06.





Anexo 3 – Comparação entre tratamentos testemunhas de soja aos 43 dias após a emergência, cultivada em espaçamentos entre fileiras de 25 e 50 cm, na ausência de papuã (*Brachiaria plantaginea*). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06.

**Dessecação da cobertura 10 dias antes da semeadura**



**Dessecação da cobertura no mesmo dia da semeadura**



Anexo 4 – Comparação entre duas épocas de dessecação da cobertura vegetal na pré-semeadura da soja, cultivada em espaçamento entre fileiras de 25 cm, aos 43 dias após a emergência. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06.



**Espaçamento entre fileiras de 50 cm  
Dessecação da cobertura 10 dias antes da semeadura**



**Espaçamento entre fileiras de 50 cm  
Dessecação da cobertura no mesmo dia da semeadura**



Anexo 5 – Comparação entre duas épocas de dessecação da cobertura vegetal na pré-semeadura da soja, cultivada em espaçamento entre fileiras de 50 cm, aos 43 dias após a emergência. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2005/06.