

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ÁCAROS TETRANÍQUÍDEOS (PROSTIGMATA:  
TETRANYCHIDAE) ASSOCIADOS À SOJA NO RIO  
GRANDE DO SUL: OCORRÊNCIA, IDENTIFICAÇÃO  
DE ESPÉCIES E EFEITO DE CULTIVARES E DE  
PLANTAS DANINHAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Samuel Roggia**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

**ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS (PROSTIGMATA:  
TETRANYCHIDAE) ASSOCIADOS À SOJA NO RIO GRANDE  
DO SUL: OCORRÊNCIA, IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E  
EFEITO DE CULTIVARES E DE PLANTAS DANINHAS**

**por**

**Samuel Roggia**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE)  
ASSOCIADOS À SOJA NO RIO GRANDE DO SUL: OCORRÊNCIA,  
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E EFEITO DE CULTIVARES E DE  
PLANTAS DANINHAS**

elaborada por  
**Samuel Roggia**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Denise Návia Magalhães Ferreira, Dra.**  
(Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia)

**José Roberto Salvadori, Dr.**  
(Embrapa Trigo)

Santa Maria, 12 de fevereiro de 2007.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela oportunidade de realizar este Curso e aos professores pelo conhecimento adquirido.

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

Ao Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM pela infra-estrutura disponibilizada.

Ao Prof. Jerson Guedes pela orientação, aprendizado, incentivo e companheirismo.

À Dra. Denise Navia pela orientação e auxílio na identificação dos ácaros.

Ao Prof. Sidinei Lopes pelo auxílio nas análises estatística.

Aos meus familiares, que, cada um a seu modo e a seu tempo, permitiram que eu chegasse até aqui e sobretudo me apoiaram e incentivaram para que eu pudesse continuar, em especial aos meus pais Ana e Valdir, meus irmãos Isabel e Emanuel, meus avós Beatriz e João (*in memoriam*) e meus tios Lourdes e Walderi.

À minha namorada Rejane Kuss pelo companheirismo, compreensão e incentivo, bem como, pelo auxílio técnico e construtivo na realização dos experimentos.

Aos bolsistas e estagiários do LabMIP/UFSM André Guareschi, Cristiane Stecca, Edinaldo Cadó, Elton Pereira, Fábio Karlec, Georgina Rosa, Glauber Sturmer, Gláucia Moser, Jardel dos Santos, Jonas Arnemann, Maiquel Witter e Rodrigo Rodrigues, pelo auxílio na condução e avaliação dos experimentos.

Aos alunos de Agronomia da UFSM Alexandre Doneda, Geovane Zappe, Juliano Farias, Juliano Martins, Martin Pasini e Maurício Bigolin; aos Engenheiros Agrônomos Diogo Brondani, Felipe Sulsbach, Heleno Maziero, Luis Jasniewicz e Rafael Bortolotto; ao Dr. Mauro da Silva pelo auxílio nas coletas de ácaros no Estado.

Às bolsistas do Setor de Entomologia da Embrapa - CENARGEN, Marcella dos Reis e Glauce Gonçalves pelo auxílio nas montagens das lâminas de microscopia.

A Edmilson Silva e Heleno Maziero pelo auxílio e sugestões a cerca do projeto de pesquisa.

A Imelda Furtado e Prof. Gilberto de Moraes pelos conhecimentos a cerca da pesquisa com ácaros tetraniquídeos.

Ao laboratorista Fernando Gnocato pelo suporte aos trabalhos de laboratório.

Ao Prof. Arno Heldwein pelo auxílio acerca dos dados meteorológicos.

A Jorge França, Juliano Farias e Prof. Nelson Kruse pelo apoio quanto ao equipamento de pulverização.

Aos professores, laboratoristas, secretárias e bolsistas dos departamentos de Defesa Fitossanitária, Fitotecnia e Solos pela disponibilização da infra-estrutura e equipamentos, bem como pela convivência e amizade.

Aos professores, funcionários e bolsistas do Colégio Politécnico da UFSM, pelo auxílio na implantação e manutenção dos experimentos, em especial aos professores Diniz Fronza, Hercules Nogueira Filho e Valmir Aita.

A Fundação Pró-Sementes e a Cooperativa de Alimentos e Agropecuária Terra Viva Ltda. pela doação das sementes de soja.

**Você pode ter idéias brilhantes, mas, se não passá-las adiante, elas não chegarão a lugar nenhum.**

**Lee Iacocca**

## RESUMO

### **ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) ASSOCIADOS À SOJA NO RIO GRANDE DO SUL: OCORRÊNCIA, IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E EFEITO DE CULTIVARES E DE PLANTAS DANINHAS**

A ocorrência de ácaros-praga em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é esporádica e está, comumente, associada a períodos de estiagem. Recentemente, em safras seguidas, foram observados ataques severos de ácaros à soja em algumas regiões do estado do Rio Grande do Sul. Neste contexto foram realizados dois experimentos, um na safra agrícola 2004/05 e outro em 2005/06. O primeiro teve objetivo de estudar a ocorrência e a distribuição geográfica de ácaros fitófagos, associados à soja, em municípios de seis regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul. O segundo objetivou avaliar o efeito de duas cultivares de soja e de diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas sobre a densidade populacional de ácaros em soja e estudar a dinâmica populacional destes ácaros na cultura. Em 2004/05 foram realizadas amostragens de ácaros em lavouras de soja no Estado. As espécies de ácaros encontradas são *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher e *T. urticae* Koch, todos são tetraniquídeos. A maior parte destas espécies estiveram bem distribuídas nas diferentes regiões amostradas neste levantamento. Com base nestes resultados foi elaborado um mapa com a distribuição das espécies e uma chave de identificação. Em 2005/06 foram estudados, em Santa Maria, RS, 11 tratamentos. Estes consistiram em duas cultivares de soja, uma transgênica glifosato-tolerante e a outra não-transgênica, cada uma sob cinco sistemas de manejo de plantas daninhas: (1) sem controle; (2) arranquio manual; (3) manejo tradicional com os herbicidas bentazona e setoxidim; (4) apenas com bentazona; (5) apenas com setoxidim. E adicionalmente um tratamento com o herbicida glifosato sobre a cultivar de soja transgênica. Os ácaros-praga ocorrentes foram *M. planki* e *T. gigas*. A

densidade populacional destes ácaros em soja foi mais afetada pelos sistemas de manejo de plantas daninhas do que pela cultivar, e esteve inversamente correlacionada com a quantidade e diversidade de plantas daninhas. A flutuação populacional destes ácaros foi influenciada por fatores climáticos e o pico populacional ocorreu na fase de início da formação de legumes da soja.

Palavras-chave: *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Tetranychus ludeni* Zacher, *Tetranychus urticae* Koch, soja transgênica glifosato-tolerante, manejo de plantas daninhas.

## ABSTRACT

### **SPIDER MITE (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) ASSOCIATES WHIT SOYBEAN IN RIO GRANDE DO SUL: OCCURRENCE, SPECIES IDENTIFICATION AND EFFECT OF SOYBEAN CULTIVARS AND WEEDS**

The spider mite occurrence, on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), is sporadic and associated with dry periods. Recently, in continuous years, was reported mite outbreaks in soybean, in some sites of Rio Grande do Sul State. In this context two research was conducted, one in summer crop 2004/05 and other in 2005/06. The first was carried for study the mite occurrence and geographic distribution, on soybean, from some place of Rio Grande do Sul State. The second was conducted for study the effect of the two soybean cultivars and of some weed management systems on mite density and study their population dynamic on soybean. In summer crop 2004/05 was carried some mite samplings in soybean field at State. The mite species found, all belong to the Tetranychidae family, are *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher and *T. urticae* Koch. Most of this species are well distributed in the different sampling regions of this study. From the results was made a species distribution map and a taxonomic key. In summer crop 2005/06, in Santa Maria, RS, 11 treatments was study. Its was constitute in two soybean cultivars, one transgenic glyphosate-tolerant and other non-transgenic, every one with five weed management systems: (1) without management; (2) hand management; (3) herbicide bentazone + sethoxydim; (4) bentazone only; (5) sethoxydim only. The 11<sup>th</sup> treatment was the herbicide glyphosate sprayed on the transgenic soybean. The mite species found in this study are *M. planki* and *T. gigas*. The weed management systems is more determinant, on the spider mite population on soybean, than the soybean cultivar. The mite population presented inverse correlation with weed infestation and weed density.

The climatic factors determined the mite population fluctuation and the population peak occurred in the initial period of soybean pods development.

Key words: *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Tetranychus ludeni* Zacher, *Tetranychus urticae* Koch, glyphosate-tolerant transgenic soybean, weed management.

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.1** – Ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados à soja em municípios do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05 ..... 33
- TABELA 1.2** – Chave de identificação de ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) encontrados em soja no Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05 ..... 39
- TABELA 2.1** – Dosagem e especificação dos produtos empregados para o tratamento de sementes de soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 63
- TABELA 2.2** – Dosagens e especificações dos herbicidas empregados nos sistemas de manejo de plantas daninhas em soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 66
- TABELA 2.3** – Infestação por plantas daninhas em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas em avaliação realizada no estádio R4<sup>1</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 72
- TABELA 2.4** – Coeficiente de correlação<sup>1</sup> do número de ácaros tetraniquídeos<sup>2</sup> com as plantas daninhas em soja, em levantamento realizado no estádio R4<sup>3</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 73
- TABELA 2.5** – Número de indivíduos e proporção entre as fases dos ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> acumulados entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 76

<b>TABELA 2.6</b> – Número acumulado de ácaros tetraniquídeos <sup>1</sup> “ativos” (ninfas + adultos) em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6 <sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	78
<b>TABELA 2.7</b> – Comparação do tratamento adicional com cada um dos demais tratamentos, pela média do número acumulado de ácaros tetraniquídeos <sup>1</sup> entre os estádios V6 e R6 <sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	80
<b>TABELA 2.8</b> – Número acumulado de ninfas de ácaros tetraniquídeos <sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, número acumulado entre os estádios V6 e R6 <sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	82
<b>TABELA 2.9</b> – Número acumulado de fêmeas de tetraniquídeos <sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6 <sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	83
<b>TABELA 2.10</b> – Número acumulado de ovos de ácaros tetraniquídeos <sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6 <sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	85
<b>TABELA 2.11</b> – Média de ovos e fêmeas de ácaros tetraniquídeos <sup>1</sup> referente às amostragens realizadas em sete estádios <sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	95

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.1** – Distribuição das espécies de ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) encontrados em soja em municípios do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05. .... 32
- FIGURA 1.2** – *Mononychellus planki*. FÊMEA: A. vista geral (10x); B. região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x); C. estrias longitudinais entre as setas opistossomais  $e_1$  e reticulação ao redor dos tubérculos (100x); D. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); G. a J. apêndices tarsais I a IV (100x). MACHO: E. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); F. edeago (100x) ..... 40
- FIGURA 1.3** – *Tetranychus urticae*. FÊMEA: A. vista geral (10x). B. região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). C. estrias formando padrão “diamante” entre as setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . D. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). G. a J. apêndices tarsais I a IV (100x). MACHO: E. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); F. edeago (100x) ..... 41
- FIGURA 1.4** – *Tetranychus ludeni*. FÊMEA: A. vista geral (10x). B. região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). C. estrias na região das setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . D. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). G. a J. apêndices tarsais I a IV (100x). MACHO: E. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); F. edeago (100x) ..... 42

- FIGURA 1.5** – *Tetranychus gigas*. FÊMEA: A. vista geral (10x). B. região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). C. estrias na região das setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . D. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). G. a J. apêndices tarsais I a IV (100x). MACHO: E. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); F. edeago (100x) ..... 43
- FIGURA 1.6** – *Tetranychus desertorum*. FÊMEA: A. vista geral (10x). B. região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). C. estrias formando padrão “diamante” entre as setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . D. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices e do solenídio em linha com a seta dúplice proximal (100x). G. a J. apêndices tarsais I a IV (100x). MACHO: E. tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); F. edeago (100x) ..... 44
- FIGURA 2.1** – Flutuação populacional de *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* na cultura da soja, entre os estádios V6 e R6 da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 ..... 88
- FIGURA 2.2** – Flutuação diária da temperatura (T) e umidade relativa do ar (URar) e da chuva e evapotranspiração máxima (ETCmáx.), no período de 17 de janeiro a 06 de abril de 2006. Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM ..... 89

## LISTA DE APÊNDICE

<b>APÊNDICE A</b> – Espécie, família botânica e frequência de plantas daninhas em soja em avaliação realizada no estádio R4 <sup>1</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06 .....	110
--	-----

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO A</b> – Localização dos municípios amostrados, no experimento de levantamento de espécies .....	112
<b>ANEXO B</b> – Descrição dos estádios de desenvolvimento da soja .....	113

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
<b>1.1 Introdução</b> .....	22
<b>1.2 Revisão bibliográfica</b> .....	24
1.2.1 Ácaros como pragas agrícolas .....	24
1.2.2 Ácaros como pragas da soja .....	25
1.2.3 Aspectos taxonômicos da família Tetranychidae .....	26
<b>1.3 Materiais e métodos</b> .....	29
<b>1.4 Resultados e discussão</b> .....	31
1.4.1 Ocorrência de tetraniquídeos em soja em municípios do Rio Grande do Sul .	31
1.4.2 Chave de identificação para tetraniquídeos associados à soja no Rio Grande do Sul .....	38
<b>1.5 Conclusões</b> .....	45
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	46
<b>2.1 Introdução</b> .....	50
<b>2.2 Revisão bibliográfica</b> .....	52
2.2.1 Efeito dos fatores climáticos sobre os ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle .....	52
2.2.2 Efeito da planta hospedeira sobre os ácaros tetraniquídeos .....	55
2.2.3 Efeito de herbicidas e de sistemas de manejo de plantas daninhas sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle .....	57
2.2.4 Efeito de inseticidas piretróides sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle .....	58
2.2.5 Efeitos de fungicidas sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle .....	60
<b>2.3 Materiais e métodos</b> .....	62

2.3.1	Localização da área experimental e clima da região .....	62
2.3.2	Instalação do experimento .....	63
2.3.3	Delineamento experimental e tratamentos.....	64
2.3.4	Tratos culturais e condução do experimento .....	66
2.3.5	Obtância de dados e análises estatísticas .....	67
<b>2.4</b>	<b>Resultados e discussão .....</b>	<b>71</b>
2.4.1	Correlação da densidade de ácaros tetraniquídeos com a infestação por plantas daninhas em soja .....	71
2.4.2	Número acumulado de ácaros tetraniquídeos em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas .....	76
2.4.2.1	Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – “ativos” (adultos + ninfas) .	77
2.4.2.2	Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – ninfas .....	81
2.4.2.3	Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – fêmeas .....	82
2.4.2.4	Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – ovos .....	84
2.4.3	Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja .....	85
2.4.3.1	Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – “ativos” (ninfas + adultos) .....	86
2.4.3.2	Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – ninfas .....	92
2.4.3.3	Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – fêmeas .....	93
2.4.3.4	Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – ovos.....	95
<b>2.5</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>98</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

# CAPÍTULO 1

## RESUMO

### **ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) ASSOCIADOS À SOJA NO RIO GRANDE DO SUL, SAFRA AGRÍCOLA 2004/05: OCORRÊNCIA E IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES**

A ocorrência de ácaros-praga em soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em elevados níveis populacionais, foi observada recentemente em algumas regiões do estado do Rio Grande do Sul. Para implementação do manejo integrado destes é importante, entre outros aspectos, o conhecimento das espécies ocorrentes. Assim, foi realizado um trabalho com objetivo de estudar a ocorrência e a distribuição geográfica de ácaros fitófagos, associados à soja, em municípios de seis regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul. As amostragens foram realizadas de janeiro a maio de 2005, em lavouras de soja transgênica, glifosato-tolerante, em diferentes municípios do Estado. A identificação das espécies baseou-se na coleção de referência da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, chaves taxonômicas e descrições morfológicas disponíveis na bibliografia. As espécies encontradas, todas pertencentes a família Tetranychidae, são *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher e *T. urticae* Koch e ocorreram, respectivamente, em 21, 14, 12, cinco e três municípios do Rio Grande do Sul. A maior parte destas espécies estiveram bem distribuídas nas regiões abrangidas por este levantamento. É apresentado um mapa do estado do Rio Grande do Sul com a distribuição geográfica das espécies de ácaros tetraniquídeos nos locais de abrangência deste levantamento. Adicionalmente foi elaborada uma chave dicotômica ilustrada para auxiliar na identificação das espécies de ácaros tetraniquídeos encontradas neste levantamento.

Palavras-chave: *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Tetranychus ludeni* Zacher e *Tetranychus urticae* Koch, soja transgênica glifosato-tolerante.

## ABSTRACT

### **SPIDER MITE (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) ASSOCIATED WHIT SOYBEAN IN RIO GRANDE DO SUL, SUMMER OF 2004/05: OCCURRENCE AND SPECIES IDENTIFICATION**

The mite outbreaks on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) was recently observed, at Rio Grande do Sul State. The knowledge of the mite species on soybean is important, among others topics, for implementation of their integrated management. Considering it, a research aiming to study the mite occurrence and geografic distribution, on soybean, from six geografic regions of Rio Grande do Sul State was conducted. The samplings were made from January to May of 2005, from glyphosate-tolerant transgenic soybean field, from six geografic regions of the State. The reference collection of Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, taxonomic keys and the morphological description available on bibliography were used for species identifications. The species found, all belonging to the Tetranychidae family, are *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher and *T. urticae* Koch. This species occurred in, respectively, 21, 14, 12, 5 e 3 country from the Rio Grande do Sul State, and most of this are well distributed in the diferents sampling regions. A map of Rio Grande do Sul State with the species mite geografic distribution is presented. Additionally was elaborated an ilustrated dicotomic key for help identification of spider mite species found in this study.

Key words: *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Tetranychus ludeni* Zacher, *Tetranychus urticae* Koch, glyphosate-tolerant transgenic soybean.

## 1.1 Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, com produção anual de cerca de 50 milhões de toneladas (Brasil, 2006). Contribuem, para isto, a ampla área cultivada, o uso de cultivares adaptadas, a mecanização e o conhecimento de estratégias adequadas de manejo cultural e fitossanitário.

No entanto, o monocultivo e o uso intensivo de insumos químicos desfavorecem a diversidade biológica do sistema e favorecem o desenvolvimento populacional desequilibrado de determinados artrópodes fitófagos, que podem causar dano econômico a cultura. Os insetos se destacam como pragas da soja, no entanto, nas últimas quatro safras, foram observados ataques severos de ácaros na cultura, em diferentes localidades do Rio Grande do Sul. Estas ocorrências têm sido consideradas anormais e devem-se, principalmente, a fatores climáticos, suspeita-se que também outros fatores como o manejo fitossanitário e cultural da soja possam interferir nestes ataques.

As infestações de ácaros em soja motivaram a realização de levantamentos na cultura no Estado, nestes foram encontradas espécies de ácaros antes não relatadas em soja no Rio Grande do Sul, apontando para a necessidade de estudos mais amplos a fim de apurar as espécies ocorrentes e a distribuição destas no Estado. Com base nisto levantou-se a hipótese de que ocorrem outras espécies de ácaros fitófagos, além das já conhecidas, atacando soja no Rio Grande do Sul e de que estas espécies apresentam ampla distribuição no Estado.

No contexto do manejo integrado de pragas agrícolas, a identificação e o conhecimento da distribuição geográfica das espécies são fundamentais, pois as espécies podem apresentar características distintas entre si como: potencial de dano, suscetibilidade a predadores e patógenos, adaptação aos fatores climáticos e às condições de cultivo da soja, época de ocorrência, localização na planta, distribuição na lavoura e suscetibilidade ao controle químico. A importância do levantamento de espécies também está no registro de ocorrência de espécies-praga que possam ser de interesse quarentenário.

Considerando os aspectos expostos anteriormente, este trabalho teve como objetivo estudar a ocorrência e a distribuição geográfica de ácaros fitófagos, associados à soja, em municípios de seis regiões produtoras do estado do Rio

Grande do Sul. Com base nas espécies levantadas, adicionalmente, foi elaborada uma chave taxonômica ilustrada que auxiliar para a identificação destas espécies de ácaros.

## 1.2 Revisão bibliográfica

### 1.2.1 Ácaros como pragas agrícolas

Os ácaros são artrópodes pertencentes à classe Arachnida e à sub-classe Acari. Distinguem-se dos insetos (classe Insecta) pela ausência de segmentação e por apresentarem quatro pares de pernas. Esta sub-classe é dividida em duas superordens, Anactinotrichida e Actinotrichida. À Anactinotrichida pertencem as seguintes ordens: Notostigmata, Holothyrida, Ixodida e Mesostigmata. Enquanto que em Actinotrichida estão incluídas as ordens: Oribatida, Astigmata e Prostigmata (Evans, 1992).

Os ácaros são encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres e têm hábito alimentar diverso. Apresentam importância tanto pelos danos que algumas espécies causam ao homem, animais e plantas, como pelos aspectos positivos que outras espécies apresentam, como predadores de pragas agrícolas e auxiliares no processo de decomposição de materiais orgânicos.

Um número significativo de espécies de ácaros-praga, de culturas agrícolas, pertencem à família Tetranychidae, ordem Prostigmata. É muito amplo o número de espécies vegetais hospedeiras destes ácaros (Pritchard & Baker, 1955), sendo que estes atacam tanto plantas de lavoura, frutíferas olerícolas, ornamentais, espécies vegetais não cultivadas e daninhas. Outras famílias que apresentam espécies de ácaros-praga às culturas agrícolas segundo Flechtmann (1972), são: Tenuipalpidae, a qual pertence o ácaro-da-leprose dos citros, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes); Tarsonemidae, que abriga o ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks); e Eryophyidae, a qual pertencem microácaros como o microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Massei).

### 1.2.2 Ácaros como pragas da soja

A maior parte dos ácaros fitófagos associados à cultura da soja pertence à família Tetranychidae, sendo relatadas 24 espécies por todo o mundo (Carlson, 1969; Meyer, 1974; Jeppson et al., 1975; Gupta, 1976; Bolland et al., 1998; Návia & Flechtmann, 2004).

*Tetranychus urticae* Koch é considerada a espécie mais danosa a essa leguminosa, causando problemas em diferentes países como: Egito (Hoda et al., 1986), Índia (Singh, 1988), Estados Unidos da América (Carlson, 1969), Hungria (Abraham, 2000) e Rússia (Shabalta et al., 1992). Outras espécies de tetraniquídeos ocorrem como pragas de soja em locais específicos como: *T. pacificus* McGregor e *T. yusti* McGergor nos Estados Unidos da América (Carlson, 1969; Jeppson et al., 1975); *T. kanzawai* Kishida no Japão e Filipinas (Jeppson et al., 1975); *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolskii) no Irã e nos Estados Unidos da América (Daneshvar & Abaii, 1994).

No Brasil, as espécies de ácaros tetraniquídeos relatadas em soja são: o ácaro-rajado *Tetranychus urticae*, o ácaro-verde *Mononychellus planki* (McGregor), e os ácaros vermelhos *T. desertorum* Banks, *T. ludeni* Zacher, *T. gigas* Pritchard & Baker (Flechtmann, 1972; Guedes et al., 2004; Návia & Flechtmann, 2004). Além destes foi encontrado atacando soja também o ácaro-branco ou ácaro-tropical, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), da família Tarsonemidae (Roggia et al., 2004). Destas espécies *P. latus* e *T. urticae* são citados como praga da soja no Brasil (Hoffmann-Campo et al., 2000; Sosa-Goméz et al., 2006).

Apesar de parte destas espécies já terem sido registradas no Brasil, sobre outras culturas, os relatos sobre soja são escassos, no sul do país. Link et al. (1999) citam a ocorrência de *Tetranychus urticae*, em soja, em baixos níveis populacionais durante o período de 1990 a 1997, por outro lado, na safra agrícola 1998/99 registraram ataque severo destes à cultura, no Estado. Estes autores consideram, também, que o ataque do ácaro-rajado à soja apresenta risco de dano para a cultura apenas durante períodos de déficit hídrico. Na safra agrícola seguinte, 1999/00, o ataque de ácaros-praga à soja no Rio Grande do Sul foi motivo de uma nota de alerta emitida pela Embrapa Trigo direcionada aos produtores da região das Missões e do Planalto (Embrapa, 2000).

Nas safras agrícola 2002/03 e 2003/04 foram realizados levantamentos de ácaros em soja em alguns municípios do Rio Grande do Sul, a fim de identificar as espécies de ácaros associadas a ataques severos observados na cultura, as espécies encontradas foram *Mononychellus planki*, *Tetranychus desertorum*, *T. gigas* e *Polyphagotarsonemus latus* (Guedes et al., 2004; Návia & Flechtmann, 2004; Roggia et al., 2004). Destas espécies *T. desertorum* ainda não havia sido relatado sobre soja no Brasil e *T. gigas* foi relatado pela primeira vez na América do Sul e pela primeira vez em soja no mundo (Návia & Flechtmann, 2004). Provavelmente estas espécies já ocorriam em soja no Estado, no entanto em baixos níveis populacionais, dificultando assim o seu registro, ou por outro lado estavam sendo erroneamente identificadas. Por outro lado, espécies já conhecidas em soja no Brasil, como *T. urticae* e *T. ludeni*, não foram encontradas naqueles levantamentos. Estes fatos apontam para uma possível mudança de padrão de espécies atacando soja no Rio Grande do Sul, demandando estudos acerca deste tema.

### 1.2.3 Aspectos taxonômicos da família Tetranychidae

Segundo Pritchard & Baker (1955) e Jeppson et al. (1975) as principais características morfológicas dos ácaros da família Tetranychidae são:

A) possuem quelas móveis, longas e encurvadas, fixas no estilóforo ou fundidas nos segmentos basais das quelíceras;

B) o quarto segmento do palpo apresenta uma forte unha;

C) comumente, os tarsos das pernas I e II, e às vezes a tíbia, apresentam setas dúplices especializadas;

D) quanto aos apêndices tarsais, as unhas apresentam pêlos conjuntos, enquanto que o empódio pode ou não ter estes pêlos;

E) a genitália da fêmea é característica desta família, bem como das espécies; a abertura genital feminina possui estrias laterais em forma de pregas;

F) quanto às setas, ocorre normalmente um par de setas humerais, três pares propodossomais, cinco pares dorsais e quatro pares marginais, no entanto, podem haver variações como, mudança de posição de seta, ausência de seta ou presença de setas adicionais.

O conhecimento da espécie vegetal hospedeira pode auxiliar no processo de identificação da espécie de ácaro (Jeppson et al., 1975). No entanto, para os tetraniquídeos esta estratégia é pouco indicada devido ao fato destes serem polípagos. Bem como, é possível que existam espécies de ácaros que ocorrem em plantas ainda não reconhecidas como suas hospedeiras, bem como, espécies de ácaros que ocorram em áreas geográficas nas quais ainda não foram coletados.

Como exemplo, a espécie *Tetranychus gigas*, que era considerada de ocorrência restrita à cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), na América do Norte (Baker & Tuttle, 1994), foi relatada também sobre uma planta espontânea da família Asteraceae, no México, e encontrada no Brasil, em 2004, cerca de 50 anos após sua primeira descrição, porém, neste caso, atacando soja. Portanto, presente em um local distinto de onde era conhecida até então e em uma cultura de família botânica distinta daquelas sobre as quais era conhecida. Chama a atenção o fato de a cultura da soja estar presente na região onde *T. gigas* foi encontrado pela primeira vez e de este não ter sido ainda relatado sobre esta cultura. Constatações como estas justificam a necessidade de uma análise aprofundada para uma correta identificação de espécies.

Conforme Jeppson et al. (1975) as principais características usadas para identificar os tetraniquídeos são:

- A) o tipo de apêndice tarsal, unha e empódio, almofadado ou unciforme;
- B) o peritrema acabando em um bulbo simples, na forma de gancho ou em um padrão anastomosado;
- C) o padrão das setas dorsais e o tipo de setas, que podem ser simples ou, de modo geral, clavadas ou serrilhadas;
- D) as variações no padrão de estrias dorsais do histerossoma da fêmea;
- E) o número e a posição das setas das pernas;
- F) extremidade distal do edeago;
- G) a presença e a forma dos lobos nas estrias das fêmeas.

Em alguns casos, a semelhança entre espécies de um mesmo gênero é grande e a identificação depende também do estudo da morfologia do edeago. Este processo por vezes é dificultado pelo fato de os machos aparecerem, comumente, em menor número nas populações naturais e porque a montagem destes em lâmina de microscopia é difícil e exige um maior número de montagens, em relação às fêmeas, a fim de permitir uma boa visualização do edeago. Em todo caso é

importante dispor de uma coleção de referência para comparar a morfologia de espécies conhecidas com as de espécimes de amostras a serem identificadas.

Métodos analíticos de biologia molecular e eletroforese apresentam elevado potencial para serem usados na identificação de espécies de ácaros, no entanto, ainda são conhecidos marcadores moleculares para poucas espécies de ácaros de interesse agrícola (Navajas & Fenton, 2000; Cruickshank, 2002). Desta forma, atualmente, a taxonomia de ácaros é baseada principalmente nas características morfológicas das espécies.

### 1.3 Materiais e métodos

Foram obtidas 52 amostras de soja infestada por ácaros, de janeiro a maio de 2005, em lavouras comerciais de 27 municípios de seis regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul: Alto Uruguai, Planalto Médio, Missões, Depressão Central, Campanha e Serra do Sudeste. Em todas as lavouras amostradas as cultivares de soja eram geneticamente modificadas, glifosato-tolerantes.

As amostras continham entre 30 e 50 folíolos de soja infestados por ácaros, obtidos ao acaso na lavoura, e em diferentes posições na planta. Estes folíolos foram armazenados em saco plástico, acondicionado em ambiente refrigerado, caixa térmica com gelo, e encaminhados para o Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, onde cada amostra foi armazenada em geladeira, cerca de 8°C, até ser processada. As amostras foram identificadas quanto à data e o local de amostragem, coletor e observações relevantes quanto a localização do ponto amostral, e numerada de acordo com a ordem de processamento. Os ácaros foram extraídos dos folíolos com auxílio de um pincel de poucas cerdas ao microscópio estereoscópio, sob aumento de 40 vezes e preservados em tubo tipo ependorf em álcool etílico 70%.

Estas amostras de ácaros foram enviadas ao Laboratório de Quarentena Vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, onde os ácaros foram montados em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer. As fêmeas foram montadas em posição dorso-ventral e os machos em posição lateral, para visualização do edeago, seguindo o procedimento padrão para este grupo de ácaros. Para visualização das lâminas utilizou-se um microscópio ótico com contraste de fases, ao qual estava acoplada uma câmera fotográfica digital conectada a um micro computador. Com este equipamento capturou-se as imagens de estruturas de interesse taxonômico das fêmeas, como vista geral, tibia e tarso da perna I, empódio da perna I, área genito-anal, peritrema, estrias dorsais e ventrais, e setas dorsais, e do macho o edeago, tibia e tarso da perna I.

Para identificação das espécies foram usadas as chaves taxonômicas e as descrições morfológicas apresentadas por Pritchard & Baker (1955), Baker & Tuttle (1994) e a recente redescritção de *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker de Návía &

Flechtmann (2004), bem como, a coleção de referência disponível na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Estas referências também serviram de base para a elaboração de uma chave taxonômica a partir das espécies encontradas neste levantamento. As imagens obtidas serviram para ilustração da chave, para tanto foram priorizadas as seguintes estruturas: vista dorsal de todo o corpo da fêmea; vista ventral da região genito-anal da fêmea, mostrando as setas para-anais; edeago; tarso e tíbia da perna I da fêmea e do macho, mostrando a posição das setas dúplices no tarso; empódio das pernas I a IV da fêmea.

Um mapa de distribuição das espécies de ácaros no Rio Grande do Sul, foi elaborado utilizando-se o Sistema Cria/speciesLink (Cria, 2001), “software on-line”, a partir do qual foram obtidas as coordenadas geográficas e a altitude de cada município, pela ferramenta “geoLoc”, utilizando-se a base de dados do IBGE disponíveis no banco de dados deste “software”. Para o município de Santa Maria foram usadas as informações do banco de dados do “speciesLink” referentes ao campus da UFSM. Com as coordenadas geográficas foi gerado o mapa do estado do Rio Grande do Sul com a localização de cada amostra, pelo emprego da ferramenta “speciesMapper”. Com um “software” editor de imagem foi trabalhado o mapa a fim de apontar as espécies de ácaros encontradas em cada ponto do mapa.

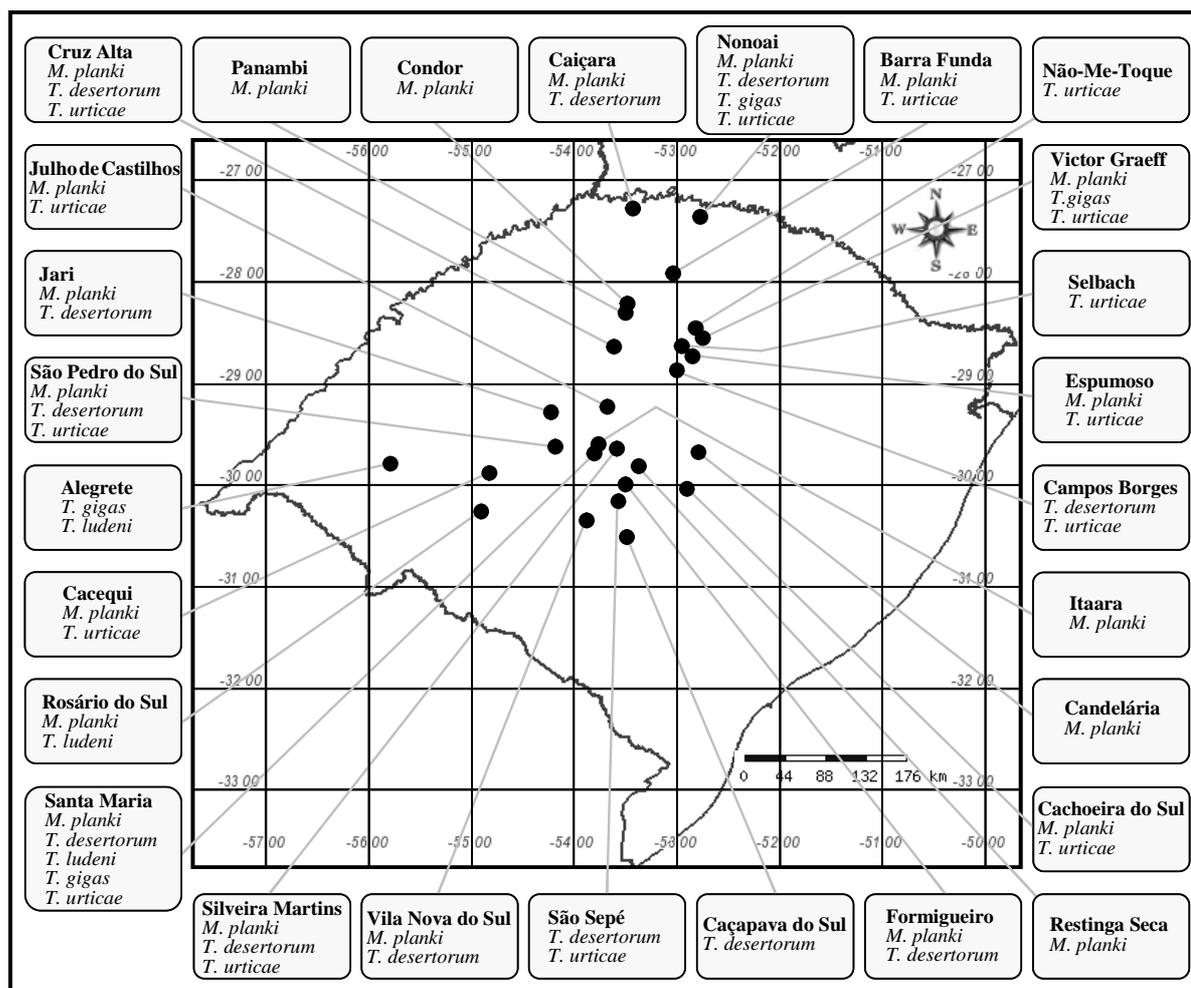
## 1.4 Resultados e discussão

### 1.4.1 Ocorrência de tetraniquídeos em soja em municípios do Rio Grande do Sul

A ocorrência de ácaros na cultura da soja foi observada tanto na borda como no interior das lavouras, tanto em reboleiras como uniformemente distribuídas na lavoura e ocupando grandes áreas. As espécies encontradas foram: *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher e *T. urticae* Koch. A distribuição das espécies e os locais de ocorrência são apresentados na Figura 1.1 e na Tabela 1.1.

A espécie presente no maior número de locais foi *Mononychellus planki* encontrada em 33 amostras de 21 municípios, seguida de *Tetranychus urticae* em 23 amostras de 14 municípios (Tabela 1.1). Ambas ocorreram nas regiões do Alto Vale do Uruguai, Planalto Médio, Depressão Central e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, sendo que *M. planki* ocorreu também na Região das Missões e Campanha. Guedes et al. (2004), na safra 2003/04, encontraram *M. planki* em soja apenas na Depressão Central do Estado, enquanto que *T. urticae* não foi encontrado em nenhuma das 11 amostragens daquele levantamento. Esta distribuição deve-se provavelmente à maior abrangência do presente levantamento e ao fato de que, aparentemente, a ocorrência de ácaros em soja, no Estado, na safra 2004/05 foi maior e mais ampla do que nas safras anteriores, favorecendo, desta forma, a diversidade de espécies. Por outro lado, a seqüência de safras com estiagem pode ter favorecido a ampla distribuição das espécies na região amostrada.

O ácaro-verde, *Mononychellus planki*, foi descrito em 1950, a partir de espécimes encontrados em Porto Rico sobre *Erythrina berteroana* Urban (mulungu, eritrina). No entanto, foi encontrado em Porto Rico também sobre outras leguminosas como soja, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. (puerária, kudzu, kudzu tropical) e *Pueraria* sp. (kudzu). Em Trinidad sobre *Cajanus indicus* Spreng. (guandu, guando) e na Argentina, na fronteira com o Uruguai, sobre *Senna occidentalis* (L.) Link (fedegoso) (Pritchard & Baker, 1955).



**Figura 1.1 – Distribuição das espécies de ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) encontrados em soja em municípios do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05.**

Os relatos de ocorrência de *Mononychellus planki* no mundo são restritos aos países das Américas, ocorrendo desde a Flórida, no Sul dos Estados Unidos da América, até a Argentina (Baker & Tuttle, 1994; Bolland et al., 1998). Na cultura da soja *M. planki* foi registrado em vários países do continente Americano, incluindo o Brasil, Argentina e Paraguai (INRA, 2006).

No presente levantamento *Mononychellus planki* foi encontrado atacando soja tanto em baixa como em alta intensidade de ataque. O ataque deste ácaro à soja causa clorose nas folhas, em ambas as faces, que evolui para uma coloração acinzentada, em ataques severos as folhas ficam com aspecto envelhecido, o que

provavelmente prejudica a atividade fotossintética da folha e pode afetar a produção de grãos da planta.

**Tabela 1.1 – Ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados à soja em municípios do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05.**

Espécie	Municípios (número de amostras com a respectiva espécie)
<i>Mononychellus planki</i>	Barra Funda (1), Cacequi (1), Cachoeira do Sul (2), Caiçara (2), Candelária (1), Condor (1), Cruz Alta (5), Espumoso (1), Formigueiro (1), Itaára (1), Jari (1), Júlio de Castilhos (2), Nonoai (1), Panambi (1), Restinga Seca (1), Rosário do Sul (1), Santa Maria (3), São Pedro do Sul (3), Silveira Martins (2), Victor Graeff (1), Vila Nova do Sul (1).
<i>Tetranychus urticae</i>	Barra Funda (1), Cacequi (1), Cachoeira do Sul (2), Campos Borges (3), Cruz Alta (4), Espumoso (1), Júlio de Castilhos (2), Não-me-Toque (2), Nonoai (1), Santa Maria (1), São Sepé (1), Selbach (1), Silveira Martins (2), Victor Graeff (1).
<i>Tetranychus ludeni</i>	Alegrete (1), Rosário do Sul (1), Santa Maria (1).
<i>Tetranychus desertorum</i>	Caçapava do Sul (1), Caiçara (1), Campos Borges (1), Cruz Alta (7), Formigueiro (1), Jari (1), Nonoai (1), Santa Maria (1), São Pedro do Sul (1), São Sepé (1), Silveira Martins (2), Vila Nova do Sul (1).
<i>Tetranychus gigas</i>	Alegrete (1), Nonoai (1), Santa Maria (1), São Pedro do Sul (1), Victor Graeff (1).
Grupo <i>urticae</i> ( <i>Tetranychus</i> sp.)	Cachoeira do Sul (1), Campos Borges (2), Não-Me-Toque (1).
Grupo <i>desertorum</i> ( <i>Tetranychus</i> sp.)	Barra Funda (1), Cacequi (1), Cachoeira do Sul (1), Candelária (1), Condor (1), Itaára (1), Júlio de Castilhos (2), Panambi (1), Restinga Seca (1).

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, foi descrito em 1836, a partir de espécimes amostrados em Regensburgo, Alemanha, sobre urtiga (*Urtica* sp.) e soja (Pritchard & Baker, 1955, INRA, 2006). É relatado atacando um grande número de espécies vegetais de diferentes famílias botânicas em vários países em todo mundo, incluindo o Brasil (Bolland et al., 1998). Sobre soja, esta espécie foi encontrada em Sua ocorrência em soja no Brasil foi referida por Flechtmann (1972), bem como sobre várias outras culturas.

No presente levantamento foi observado o ataque de *Tetranychus urticae* causando sintoma inicial de mosqueado na face inferior das folhas de soja e de regiões amareladas na face superior; as folhas tornam-se bronzeadas, secam e caem. Este ataque ocorreu, normalmente, de forma concentrada, em reboleiras.

As espécies *Mononychellus planki* e *Tetranychus urticae* diferem entre si pela coloração sendo que, normalmente, ambos são predominantemente verdes, no entanto o segundo apresenta duas manchas escuras lateralmente no dorso. *M. planki* não produz teia em quanto que nas colônias de *T. urticae* as teias são abundantes. *M. planki* é encontrado tanto na parte inferior como na superior da folha, já *T. urticae* e as demais espécies do gênero *Tetranychus* encontradas ocorrem principalmente na face inferior das folhas de soja.

No presente levantamento a espécie *Tetranychus ludeni* foi encontrada em apenas três municípios, no Rio Grande do Sul (Tabela 1.1), na Região da Depressão Central e da Campanha. Apesar de não ter sido encontrado em levantamento realizado nas safras agrícolas 2002/03 e 2003/04, no Rio Grande do Sul (Guedes et al., 2004; Roggia et al., 2004), esta espécie já havia sido relatada sobre soja por Flechtmann (1972) que a considerou a principal espécie atacando soja no Estado. Esta espécie também é relatada sobre algodoeiro, feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), mamoneiro (*Ricinus communis* L.) e *Stenolobium* sp.

*Tetranychus ludeni* foi descrito em 1913, sobre *Salvia splendens* Sellow ex Roemer & Schultes (sálvia), *Solanum melongena* L. (berinjela) e *Cucurbita* sp., na França (Pritchard & Baker, 1955). Esta espécie de ácaro apresenta ampla distribuição geográfica no mundo e ataca várias plantas, inclusive a soja, na América Latina é relatada em vários países, entre eles o Brasil, Argentina, Paraguai, Colômbia e Venezuela, (Bolland et al., 1998). Pritchard & Baker (1955) relataram a ocorrência de *T. ludeni* sobre *Pueraria* sp. (kudzu) na Argentina, próximo à fronteira com o Uruguai.

A espécie *Tetranychus desertorum* foi encontrada em 19 amostras de 12 municípios do Estado (Tabela 1.1), nas Regiões do Alto Vale do Uruguai, Planalto Médio, Depressão Central, Campanha e Serra do Sudeste, este é o segundo registro desta espécie em soja no Brasil. O primeiro relato de *T. desertorum* em soja no país foi de Guedes et al. (2004), na Região da Depressão Central e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul.

*Tetranychus desertorum* foi descrito em 1900, sobre *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville e *Phacelia crenulata* Torr. ex S. Wats., do Novo México, Estados Unidos da América (Pritchard & Baker, 1955). Esta espécie é praga importante em algodoeiro nos Estados Unidos da América, principalmente no Texas. Ocorre também em países da América do Sul como o Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia, Peru, Colômbia e Venezuela, bem como em outros países das Américas, na Austrália, China e Japão, apresentando 193 hospedeiros em todo mundo, incluindo a soja e um grande número de outras espécies cultivadas (Pritchard & Baker, 1955; Bolland et al., 1998, Guedes et al, 2004). No Brasil, é citada como praga potencial em algodoeiro, em São Paulo, no entanto ocorre também em *Acalypha* sp., batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), feijoeiro, mamoeiro (*Carica papaya* L.), mamoneiro, maracujazeiro (*Passiflora* sp.), morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne), pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e videira (*Vitis* sp.) (Flechtmann, 1972; Jeppson et al., 1975).

O fato de esta espécie ter sido relatada pela primeira vez no Brasil, em soja, apenas na safra 2003/04 (Guedes et al., 2004), confirmado no presente levantamento, deve-se, provavelmente, à pequena expressão dos ácaros como praga em soja e a escassez de levantamentos de ácaros nesta cultura, até então. Além de que as ocorrências esporádicas de ácaros vermelhos em soja podem ter sido atribuídas, erroneamente, a *Tetranychus ludeni* pela semelhança de coloração entre estas espécies e por esta espécie já ter sido relatada em soja no Estado (Flechtmann, 1972).

No presente levantamento, *Tetranychus gigas* foi encontrado em cinco amostras de cinco municípios do Estado (Tabela 1.1), nas Regiões do Alto Vale do Uruguai, Planalto Médio e Depressão Central. Esta espécie foi relatada pela primeira vez na América do Sul e no Brasil, e também pela primeira vez em soja por Návía & Flechtmann (2004) em amostragens realizadas no Rio Grande do Sul, nas Regiões da Depressão Central e Serra do Sudeste, na safra 2003/04.

*Tetranychus gigas* foi descrito em 1955, a partir de espécimes encontrados sobre algodoeiro no Arizona e Texas, nos Estados Unidos da América (Pritchard & Baker, 1955). Após, foi relatado sobre *Parthenium incanum (mariola)* em Torreón, no México (Tuttle et al., 1974). Baker & Tuttle (1994) consideram esta espécie restrita a cultura do algodão, provavelmente se referindo apenas às plantas cultivadas. Antes do registro de Návia & Flechtmann (2004) em soja, houve um período de cerca de 30 anos sem ter sido relatada a ocorrência da espécie no mundo. Os relatos de *T. gigas* até o momento foram em latitudes ao redor de 30°, entre 25 e 32°N e entre 29 e 32°S. No presente levantamento esta espécie foi encontrada entre 27,36 e 29,78°S, em locais próximos aos extremos norte e sul da área abrangida. Faixas de latitude mesmo que em hemisférios diferentes, apresentam um padrão climático e de biodiversidade animal e vegetal semelhante entre si. Neste contexto é possível que *T. gigas* esteja adaptado a condições ecológicas e climáticas típicas e comuns das regiões nas quais foi encontrado até o momento. No entanto, esta espécie pode não estar restrita apenas a estas faixas de latitude, havendo necessidade de levantamentos de maior abrangência para se obter dados mais completos acerca da distribuição desta espécie.

A exemplo de *Tetranychus desertorum*, é possível que *T. gigas* já existisse no Estado, no entanto, ocorrendo com pequena expressão e em locais restritos, fato que contribuiu para que não fosse constatada anteriormente.

Os ácaros vermelhos *Tetranychus gigas*, *T. desertorum* e *T. ludeni* são bastante semelhantes entre si quanto às características gerais de coloração e de tamanho, tornando difícil a distinção destes em condições de campo. Os sintomas de ataque destas espécies, em soja, observados no presente levantamento são semelhantes aos produzidos por *T. urticae*, com queda de folhas em ataque intenso. As espécies *T. gigas* e *T. desertorum* assemelham-se também quanto às características morfológicas usadas na taxonomia, diferindo entre si pela forma do edeago, que é cerca de duas vezes mais largo em *T. gigas* (Jeppson et al., 1975). O edeago de *T. gigas* tem corpo mais robusto, cabeça maior e mais distinta do que o de *T. desertorum*.

*Polyphagotarsonemus latus*, apesar de já ter sido relatado no Estado sobre soja na safra 2002/03, em Canguçu (Guedes et al., 2004), não foi encontrado no presente levantamento, nos locais de amostragem, provavelmente pela ocorrência

de estiagem durante o período do estudo, o que é desfavorável para esta espécie (Flechtmann, 1967).

Na área de abrangência do presente levantamento a ocorrência da maior parte das espécies de ácaros foi ampla, não ficando restrita a uma ou outra região do Estado nem a determinados estratos de altitude. A exceção foi *Tetranychus ludeni*, encontrado apenas nas regiões da Campanha e Depressão Central (Tabela 1.1), em altitudes entre cerca de 95 e 125 m (Anexo A). Entretanto, é possível que esta espécie esteja presente, atacando soja, em outras regiões do estado não abrangidas por este levantamento. Além de que neste levantamento o fato de estar presente em um pequeno número de amostras pode estar relacionado a uma baixa densidade populacional, não sendo possível, assim, afirmar que esta espécie apresenta distribuição geográfica restrita.

Além destas cinco espécies de tetraniquídeos, em algumas amostras foram encontrados espécimes, a partir dos quais não foi possível se chegar à identificação específica. A impossibilidade de identificação da espécie refere-se à ausência de machos nas amostras. Com relação a estes espécimes foi possível distinguir dois grupos, grupo *desertorum* e grupo *urticae*, ambos do gênero *Tetranychus*, seguindo agrupamento sugerido por Pritchard & Baker (1955). O grupo *desertorum* refere-se a fêmeas com características morfológica idênticas as das espécies *T. desertorum*, *T. gigas* e *T. ludeni*. Já o grupo *urticae* refere-se a fêmeas semelhantes às de *T. urticae*, porém difere destas pelo padrão distinto dos lobos das estrias dorsais.

Os espécimes do grupo *desertorum* foram encontrados em dez amostras de nove municípios: Cachoeira do Sul, Candelária, Condor, Itaara, Panambi e Restinga Seca, associados a *Mononychellus planki* e em Barra Funda, Cacequi e Julho de Castilhos associados a *M. planki* e *Tetranychus urticae*. Os espécimes do grupo *urticae* foram encontrados em Cachoeira do Sul e Não-me-Toque, em apenas uma amostra de cada local, e estiveram associados apenas a espécie *T. urticae*. Espécimes de ambos os grupos, *desertorum* e *urticae*, foram encontrados em Cachoeira do Sul, porém em amostras distintas. A falta de identificação específica destes espécimes, mantém a possibilidade de existência de espécie(s) não descrita(s) de ácaros tetraniquídeos atacando soja no Rio Grande do Sul.

A ocorrência de tetraniquídeos como praga em culturas agrícolas comumente está associada a condições específicas, como períodos de estiagem e uso inadequado de agrotóxicos, estes fatores atuam conjuntamente sobre os ácaros-

praga, seus inimigos naturais e sobre as plantas (Flechtmann, 1972; Trichilo & Wilson, 1993). Na cultura da soja, algumas modificações ocorridas nas últimas safras, referentes principalmente a mudanças no manejo fitossanitário, têm perspectivas de se manterem para os próximos anos, assim é possível que os ácaros continuem ocorrendo como praga na cultura.

Desta forma, é necessária a continuidade de estudos a respeito do ataque de ácaros à soja, tanto para levantar espécies como, principalmente, para investigar os fatores de ocorrência de ataques severos de ácaros à cultura, a fim de apontar alternativas para o manejo da praga. Também são necessárias investigações acerca das características do modelo de ocorrência de cada espécie, referentes a localização na planta, colonização, distribuição na lavoura, caracterização visual do ataque ao nível de planta e de lavoura, capacidade de causar dano, plantas hospedeiras e agentes de controle biológico associados às populações de ácaros-praga. Bem como, são necessários levantamentos de ácaros em soja nas outras regiões do Estado produtoras de soja não abrangidas por este levantamento e em outros estados onde também tem sido observada a ocorrência de ácaros-praga nesta cultura.

#### 1.4.2 Chave de identificação para tetraniquídeos associados à soja no Rio Grande do Sul

A chave taxonômica elaborada visando auxiliar a identificação das espécies encontradas neste levantamento apresenta as principais características morfológicas diferenciais destas espécies (Tabela 1.2). Para cada espécie são apresentadas características morfológicas para auxiliar a identificação (Figuras 1.2 a 1.6).

No contexto deste trabalho, a identificação de algumas espécies foi possível apenas pelas características morfológicas da fêmea, como é o caso de *Mononychellus planki* e *Tetranychus urticae*. No entanto, a análise do edeago é indispensável para a confirmação da espécie, bem como, a análise de outras características das fêmeas, não apresentadas nesta chave, como, entre outras, a presença e a forma dos lobos das estrias dorsais, a forma do peritrema e as dimensões do espinarete.

**Tabela 1.2 – Chave de identificação de ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) encontrados em soja no Rio Grande do Sul, Brasil. Safra agrícola 2004/05.**

---

1. FÊMEA: com três pares de setas 'h' (dois pares de setas para-anais); dois pares de setas dúplices próximas entre si e posicionadas distalmente no tarso I; estrias longitudinais entre as setas 'e1'; presença de reticulação na base das setas dorsais ..... ***Mononychellus planki*** (McGregor, 1950) – Fig. 1.2

1'. FÊMEA: com dois pares de setas *h* (um par de setas para-anais); dois pares de setas dúplices distantes entre si dividindo o tarso I em três partes; estrias transversais entre o par de setas *e1* e o par de setas *f1*, formando o padrão diamante típico; base das setas dorsais não reticuladas ..... (2)

---

2. FÊMEA: par de seta dúplice proximal não em linha com as setas sensoriais proximais do tarso I ..... ***Tetranychus urticae*** Koch, 1836 – Fig. 1.3

2'. FÊMEA: par de seta dúplice proximal em linha ou aproximadamente em linha com as setas sensoriais proximais do tarso I ..... (3)

---

3 MACHO: corpo do edeago delgado, extremidade distal (cabeça) com apenas uma projeção anterior pontiaguda ..... ***Tetranychus ludeni*** Zacher, 1913 – Fig. 1.4

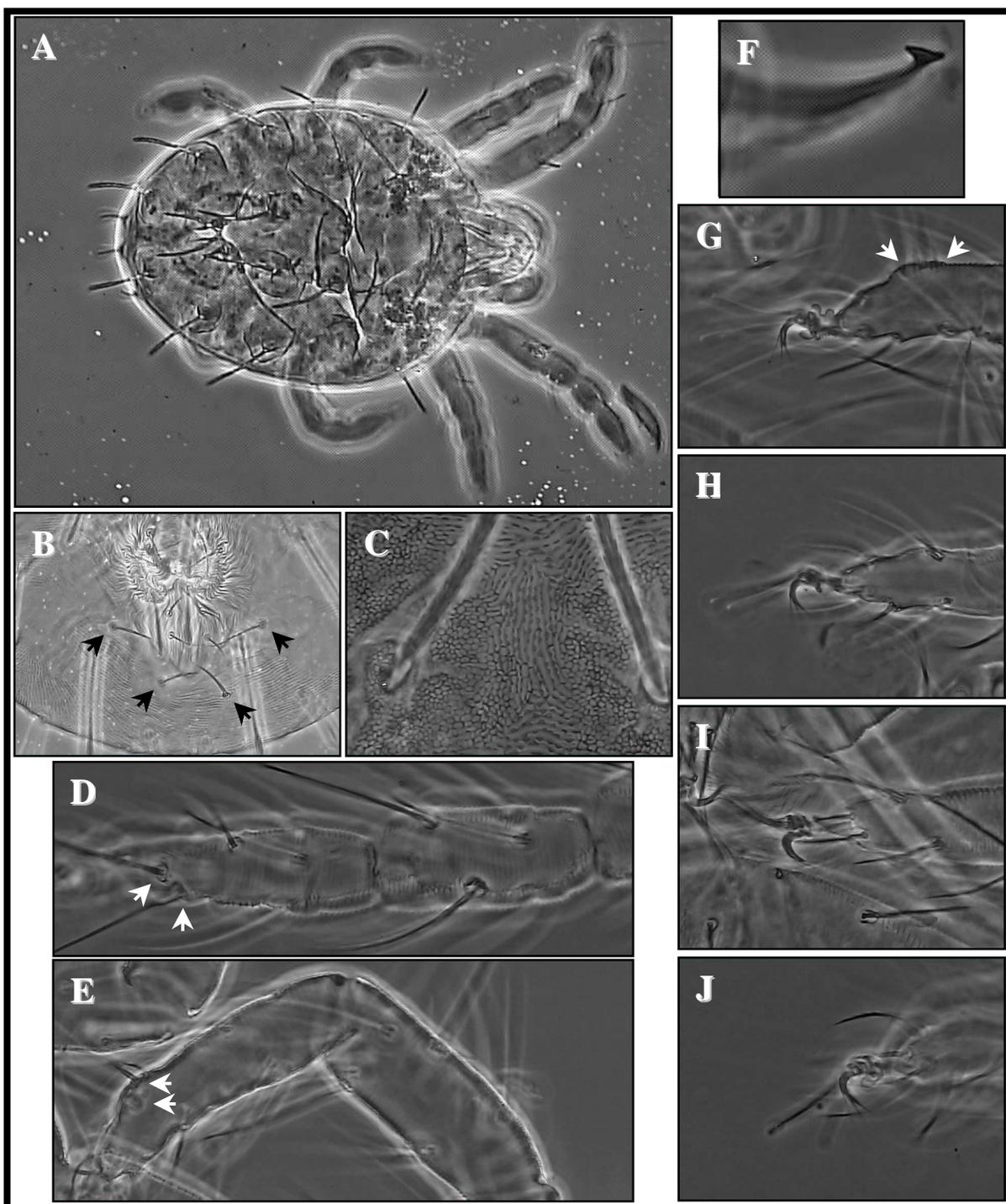
3'. MACHO: corpo do edeago delgado ou robusto, extremidade distal (cabeça) com duas projeções, a projeção anterior é pontiaguda e a posterior é curvada para baixo, ou seja ventralmente curvada ..... (4)

---

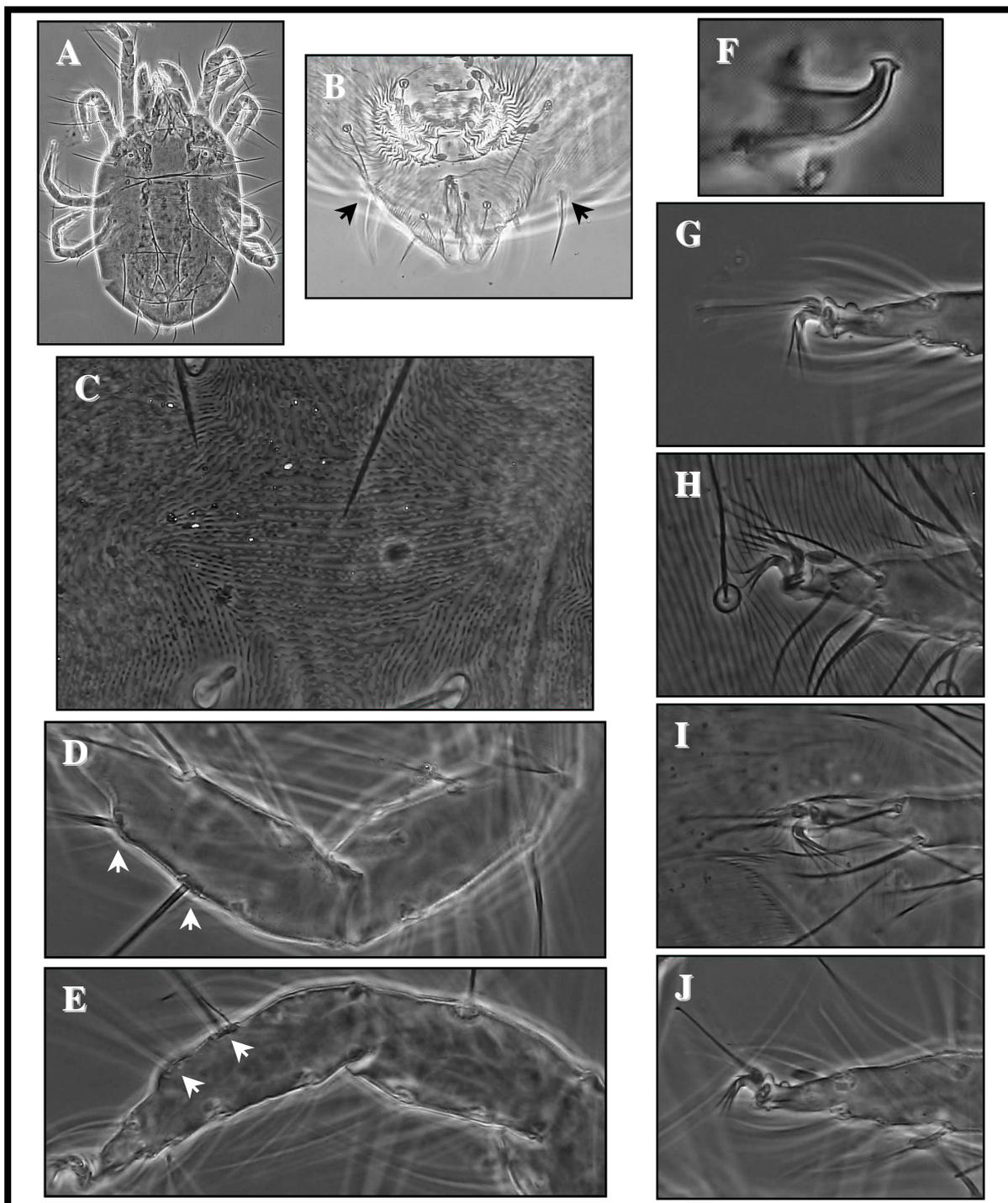
4. MACHO: corpo do edeago robusto; extremidade distal (cabeça) do edeago robusta, sendo cerca de 1,5 vezes mais larga do que a de *T. desertorum*, sendo que a projeção posterior é bem distinta ..... ***Tetranychus gigas*** Pritchard & Baker, 1955 – Fig. 1.5

4'. MACHO: corpo do edeago delgado; extremidade distal (cabeça) menos larga do que a de *T. gigas*, sendo que a projeção posterior é menos distinta do que em *T. gigas* ..... ***Tetranychus desertorum*** Banks, 1900 – Fig. 1.6

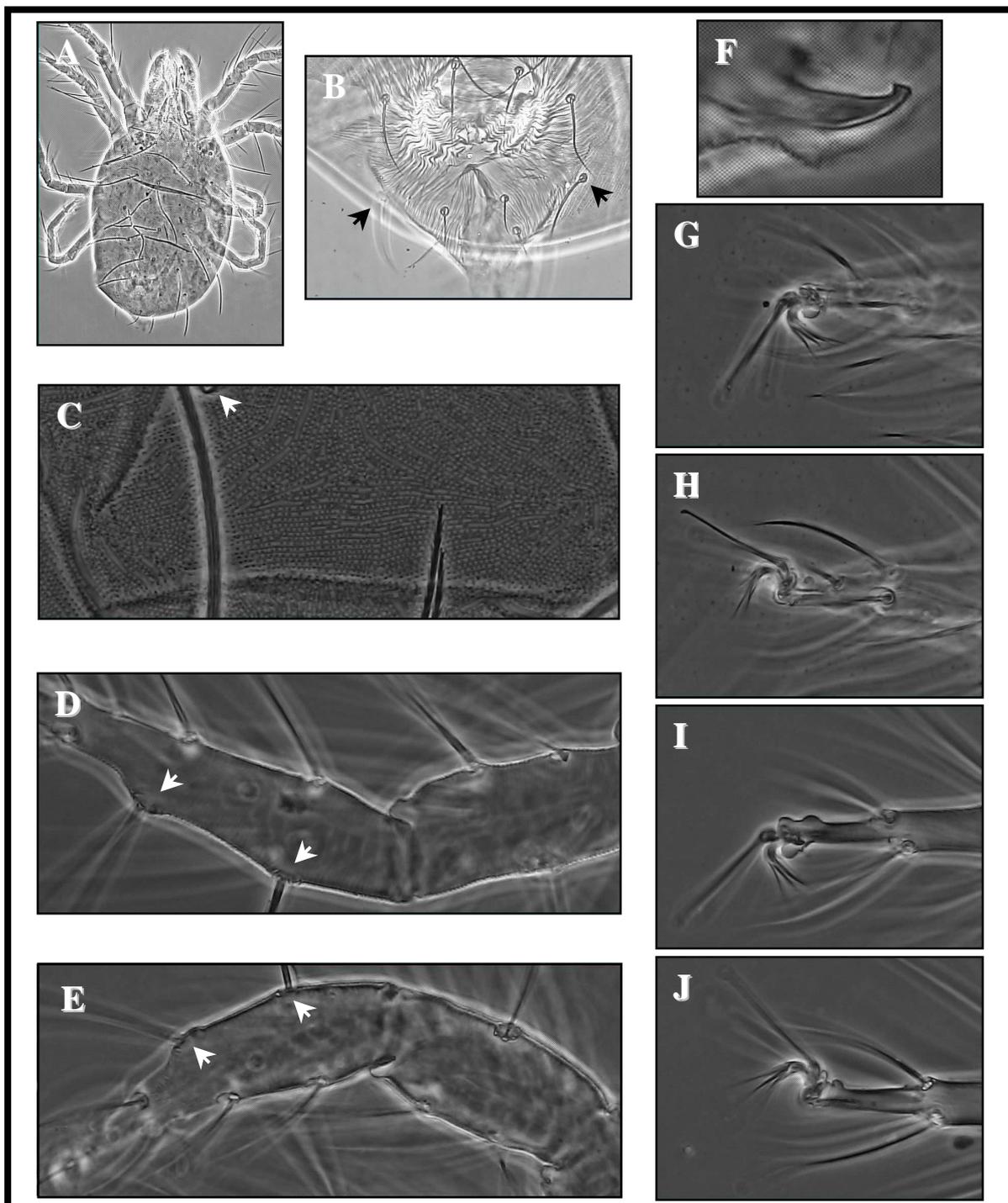
---



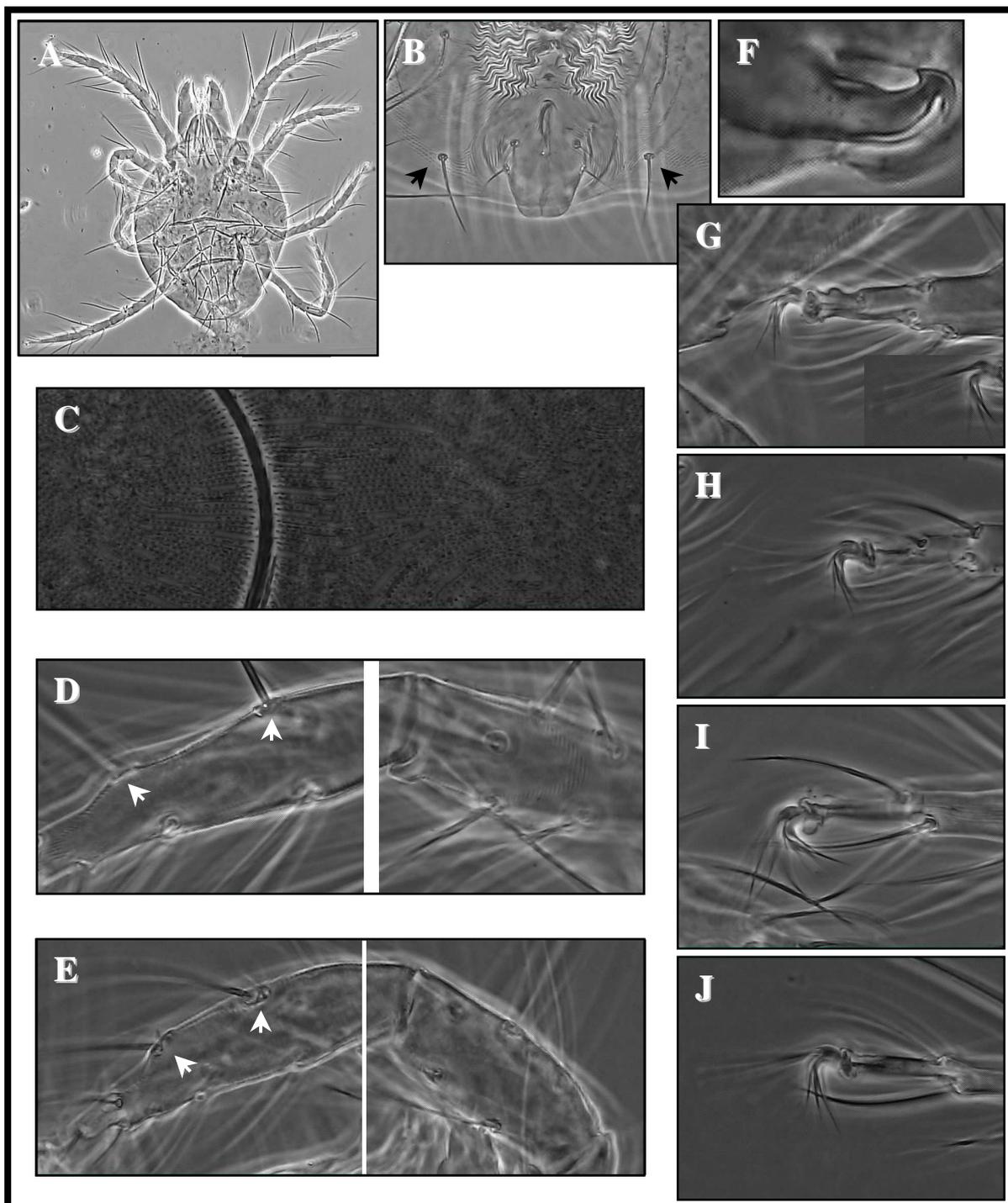
**Figura 1.2 – *Mononychellus planki*. FÊMEA: A.** vista geral (10x); **B.** região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x); **C.** estrias longitudinais entre as setas opistosomais  $e_1$  e reticulação ao redor dos tubérculos (100x); **D.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **G. a J.** apêndices tarsais I a IV (100x). **MACHO: E.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **F.** edeago (100x).



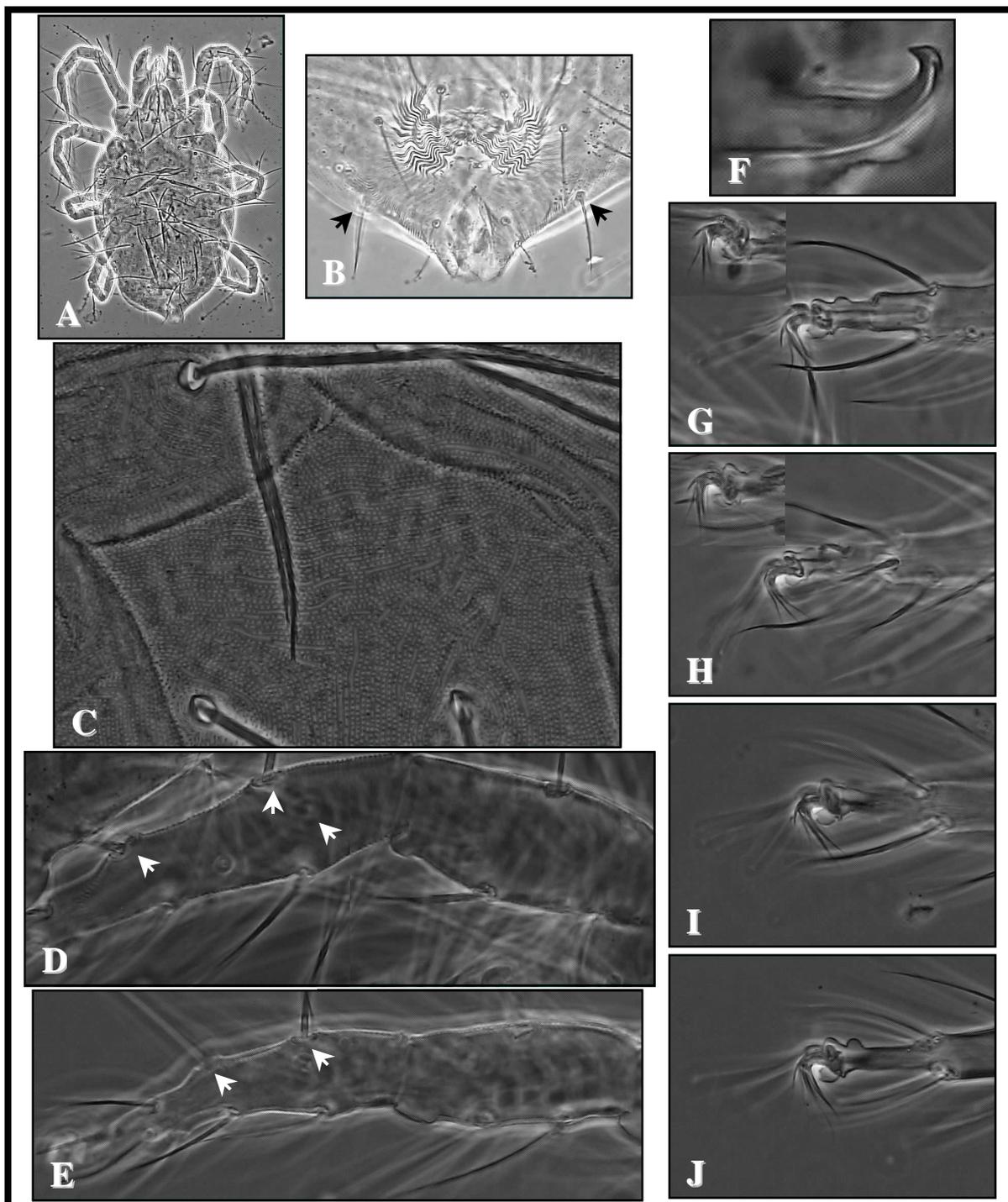
**Figura 1.3 – *Tetranychus urticae*. FÊMEA: A.** vista geral (10x). **B.** região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). **C.** estrias formando padrão “diamante” entre as setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . **D.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). **G. a J.** apêndices tarsais I a IV (100x). **MACHO: E.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **F.** edeago (100x).



**Figura 1.4 – *Tetranychus ludeni*. FÊMEA: A.** vista geral (10x). **B.** região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). **C.** estrias na região das setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . **D.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). **G. a J.** apêndices tarsais I a IV (100x). **MACHO: E.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **F.** edeago (100x).



**Figura 1.5 – *Tetranychus gigas*. FÊMEA: A.** vista geral (10x). **B.** região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). **C.** estrias na região das setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . **D.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x). **G. a J.** apêndices tarsais I a IV (100x). **MACHO: E.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **F.** edeago (100x).



**Figura 1.6 – *Tetranychus desertorum*. FÊMEA: A.** vista geral (10x). **B.** região anal, as flechas indicam as setas para-anais (40x). **C.** estrias formando padrão “diamante” entre as setas opistossomais  $e_1$  e  $f_1$ . **D.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices e do solenídio em linha com a seta dúplice proximal (100x). **G. a J.** apêndices tarsais I a IV (100x). **MACHO: E.** tarso e tibia I, as flechas indicam a base das setas dúplices (100x); **F.** edeago (100x).

## 1.5 Conclusões

1. As espécies de ácaros tetraniquídeos encontradas atacando soja na safra agrícola 2004/05 em municípios do estado do Rio Grande do Sul são *Mononychellus planki* (McGregor), *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher e *T. urticae* Koch.

2. As espécies de ácaros tetraniquídeos encontradas apresentam ampla distribuição na área abrangida por este levantamento, exceto *Tetranychus ludeni*.

3. As espécies de ácaros tetraniquídeos encontradas apresentam ocorrência conjunta nos diferentes municípios deste levantamento.

## CAPÍTULO 2

### RESUMO

#### EFEITO DE CULTIVARES DE SOJA E DE PLANTAS DANINHAS SOBRE ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DESTES NA CULTURA

Os ácaros tetraniquídeos são considerados pragas secundárias da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e ocorrem em condições específicas, baixa umidade relativa e elevada temperatura do ar. O manejo fitossanitário da cultura da soja pode interferir na intensidade destes ataques. Neste contexto foi realizado um experimento com objetivo de avaliar o efeito de duas cultivares de soja e de diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas sobre a densidade populacional de ácaros em soja e de estudar a dinâmica populacional destes ácaros na cultura. O experimento foi conduzido em Santa Maria, RS, na safra agrícola 2005/06. Foram 11 tratamentos, que consistiram em duas cultivares de soja, BRS 245 RR (transgênica glifosato-tolerante) e BRS 133 (não-transgênica), cada uma sob cinco sistemas de manejo de plantas daninhas: (1) sem controle; (2) arranquio manual; (3) manejo tradicional com os herbicidas bentazona e setoxidim; (4) apenas com bentazona; (5) apenas com setoxidim. Além de um tratamento adicional, com o herbicida glifosato sobre a cultivar BRS 245 RR. Foram realizadas contagens de ácaros tetraniquídeos, a cada dez dias, entre os estádios V6 e R6 da soja. Os ácaros-praga ocorrentes associados à soja foram *Mononychellus planki* (McGregor) e *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, ambos tetraniquídeos. A densidade populacional destes ácaros tetraniquídeos foi mais afetada pelos sistemas de manejo de plantas daninhas do que pela cultivares empregadas. As maiores infestações de ácaros tetraniquídeos ocorreram nos tratamentos com manejo de plantas daninhas com arranquio manual, manejo tradicional e herbicida glifosato, aqueles em que a quantidade e diversidade

de plantas daninhas foram menores. Esta resposta está mais relacionada à eficiência de controle dos sistemas de manejo de plantas daninhas do que ao emprego de herbicida. A flutuação populacional destes tetraniquídeos foi influenciada por fatores climáticos e o pico populacional ocorreu na fase de início da formação de legumes da soja. O crescimento populacional ocorreu após período de poucas chuvas, baixa umidade relativa do ar e temperatura do ar em torno de 25°C. No entanto, quando estas condições ambientais foram muito severas e estiveram associadas ao aumento da severidade do déficit hídrico, houve queda populacional destes ácaros tetraniquídeos.

Palavras-chave: *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Mononychellus planki* (McGregor), soja transgênica glifosato-tolerante, manejo de plantas daninhas, fatores climáticos.

## ABSTRACT

### EFFECT OF SOYBEAN CULTIVAR AND WEED ON SPIDER MITE (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) AND THEIR POPULATION FLUTUATION ON SOYBEAN

Spider mites are considered secondary pest of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and occur in specific conditions, low relatively air humidity and high air temperatures. The crop protection management of soybean can interfere in the intensity of these attacks. In this context an experiment was accomplished to evaluate the effect of two soybean cultivars and of several weed management systems on the spider mites population on soybean and to study the population dynamic of this mites in this crop. In summer crop 2005/06, in Santa Maria, RS, 11 treatments was study. Its ware constitute by two soybean cultivars, BRS 245 RR (transgenic glyphosato-tolerant) and BRS 133 (non-transgenic), every one under five weed management system: (1) without management; (2) hand management; (3) herbicide bentazone + sethoxydim; (4) bentazone only; (5) sethoxydim only. The 11<sup>th</sup> treatment was the herbicide glyphosate sprayed on the transgenic soybean (BRS 245 RR). The mites were counted every 10 days, from V6 to R6 soybean development stages. The spider mite species found in this study are *Mononychellus planki* (McGregor) and *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker. The weed management systems were more determinant, on the spider mite abundance on soybean, than the soybean cultivar. The bigger mite infestation, on soybean, was occurred on treatment with hand management, herbicide bentazone + sethoxydim and herbicide glyphosate, that the tratament with smaller infestation and diversity of weed. This result is more dependent of efficiency of the weed management systems that the use of herbicide. The climatic factors determined the mite population fluctuation and the population peak occurred in the initial period of soybean pods development. The population growth occurred after a period of few rains, low relative humidity of air and temperature of air around 25°C. However, when these ambient conditions were very

severe and were associated with the increase of the soil moisture deficit, had population density fall of these spider mites.

Key word: *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *Mononychellus planki* (McGregor), transgenic soybean glyphosate-tolerant, weed management, climatic factors.

## 2.1 Introdução

O ataque de ácaros tetraniquídeos às culturas agrícolas depende de condições ambientais favoráveis como períodos de estiagem, com baixa umidade relativa do ar e temperatura amena. Estes fatores favorecem o desenvolvimento das populações dos ácaros tetraniquídeos por estimular alimentação e acelerar o ciclo destes, bem como, prejudicam a atividade de agentes de controle biológico destes ácaros, principalmente de fungos acaropatógenos que dependem de umidade para infectá-los (Flechtmann, 1972; Crooker, 1985). A ocorrência de estiagem no verão tem sido freqüente no estado do Rio Grande do Sul nas últimas safras agrícolas, assim como as observações de ataque de ácaros-praga à cultura da soja.

No contexto da cultura da soja, o manejo fitossanitário empregado pode interferir na intensidade do ataque de ácaros. Há indicações de que o ataque de ácaros tetraniquídeos à soja é mais severo em lavouras com cultivares de soja transgênica glifosato-tolerante (Pedigo et al. 2002), por outro lado, em parcelas experimentais, não foi observada diferença da densidade populacional de ácaros tetraniquídeos entre a cultivar transgênica glifosato-tolerante e a não-transgênica estudadas por Roggia et al., (2004). Desta forma, há controvérsia quanto à influência da cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante sobre o ataque de ácaros-praga à soja. Bem como, há necessidade de se estudar com maior detalhamento, em campo, a influência do herbicida glifosato e dos sistemas de manejo de plantas daninhas sobre a densidade populacional de ácaros fitófagos em soja.

As condições da planta hospedeira podem interferir na magnitude do ataque de ácaros, em um primeiro momento afetando a aceitação do ácaro pela planta, através de características morfológicas da superfície da folha e de compostos voláteis produzidos por esta que podem atrair ou repelir os fitófagos. E, posteriormente, determinando a adaptação e o desenvolvimento da população de ácaros sobre a planta hospedeira, que pode ser influenciada pela presença de inimigos naturais, pela qualidade nutricional do hospedeiro e pela produção de substâncias tóxicas aos ácaros ou mesmo pelo desenvolvimento de resistência pela planta. Desta forma, as características da cultura e das plantas daninhas em coexistência podem interferir na magnitude do ataque de ácaros à cultura.

Com base nisto foram elaboradas as hipóteses de que: (1) a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante não afeta a densidade populacional de ácaros-praga na cultura; (2) os sistemas de manejo de plantas daninhas empregados na soja interferem na densidade populacional de ácaros-praga na cultura. Para testar estas hipóteses, foi realizado um experimento com objetivo de avaliar o efeito de duas cultivares de soja e de diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas sobre a densidade populacional de ácaros em soja e de estudar a dinâmica populacional destes ácaros na cultura.

## 2.2 Revisão bibliográfica

Vários fatores afetam a dinâmica populacional de ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) e podem contribuir para que estes atinjam níveis populacionais capazes de causar dano econômico aos cultivos agrícolas. É possível que não exista apenas um fator determinante para a ocorrência de ataques severos de ácaros à soja, mas sim a ação integrada de diferentes fatores, obedecendo a modelos multifatoriais, como é comum em artrópodes.

Entre os principais fatores relacionados à ocorrência de ataques severos, recentes, de ácaros tetraniquídeos em soja, no Brasil, é possível citar: (1) a ocorrência de fatores climáticos favoráveis aos ácaros, como períodos de baixa umidade relativa do ar e temperatura do ar, ao redor de 25°C (Flechtmann, 1972; Crooker, 1985); (2) fatores da planta, com características bioquímicas e morfológicas, favoráveis ao desenvolvimento populacional de ácaros; (3) o manejo de plantas daninhas mais eficiente, com o cultivo de soja transgênica glifosato-tolerante, pois a presença de plantas daninhas em competição com a soja parece reduzir a densidade de ácaros tetraniquídeos (Roggia et al., 2004); (4) o impacto causado pelo emprego de determinados agrotóxicos, tanto na planta, como nos ácaros-praga e seus inimigos naturais (Trichilo & Wilson, 1993; Sato et al., 2001).

### 2.2.1 Efeito dos fatores climáticos sobre os ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle

A ocorrência de populações de ácaros tetraniquídeos como praga, em cultivos agrícolas, está relacionada a períodos quentes e secos (Flechtmann, 1972). Em condições de baixa umidade relativa do ar, os ácaros têm atividade alimentar intensificada, pois precisam ingerir maior quantidade de líquidos para compensar a perda de água e evitar a sua dessecação, isto favorece o crescimento populacional (Flechtmann, 1972; Crooker, 1985).

Klubertanz et al. (1990) verificaram que a chuva simulada não alterou significativamente o número de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch) por folha de soja,

mostrando que o efeito mecânico negativo da chuva é pouco significativo, pois a população se restabelece rapidamente. A chuva é capaz de desalojar parte dos ácaros, no entanto, outros fatores relacionados aos períodos chuvosos parecem estar envolvidos na redução populacional destes. Desta forma a redução da densidade de ácaros que ocorre durante os períodos de chuvas regulares deve-se a fatores relacionados como: temperaturas do ar amenas, elevada umidade relativa do ar, molhamento foliar prolongado e nebulosidade. Estes fatores favorecem a infecção e o desenvolvimento de fungos acaropatogênicos em tetraniquídeos, bem como, a baixa radiação solar reduz os efeitos deletérios dos raios ultravioletas sobre estes agentes de controle biológico (Delalibera et al., 2000; Elliot et al., 2000; Elliot et al., 2002).

Modificações na planta decorrentes da estiagem também podem estar envolvidas na ocorrência de ataques severos de ácaros em soja. Klubertanz et al. (1990), em experimento realizado na cultura da soja, nos Estados Unidos da América, verificaram que o estresse hídrico antecipou o pico populacional do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, em 1987, e aumentou a densidade destes, em 1988. No entanto, consideram que a diferença entre os tratamentos, com e sem déficit hídrico, foi muito pequena e que o estresse da planta por seca e a ausência de chuva podem não serem as causas principais e diretas de ataques severos de ácaros-praga à soja. Estes autores consideram que outros fatores relacionados às condições de seca podem ser importantes para explicar a dinâmica populacional de tetraniquídeos em soja, como o incremento na taxa de crescimento, a inatividade de predadores e patógenos e a migração de ácaros de folhas em processo de senescência para as folhas ativas.

Por outro lado, Oloumi-Sadeghi et al. (1998) estudando diferentes níveis de estresse hídrico em soja, em casa de vegetação, observaram que o número de ácaros (*Tetranychus urticae*) foi menor naquelas plantas com maior déficit hídrico, mas este efeito foi significativo apenas para fêmeas e ovos. Este efeito negativo do estresse hídrico sobre a densidade de ácaros (*T. urticae*) na soja também foi observado por Mellors et al. (1984).

No contexto da planta, como resposta a estiagem, há um aumento na concentração de solutos no conteúdo celular como estratégia da planta em reduzir a perda de água para o ambiente (Taiz & Zeiger, 2004) e este evento pode favorecer os ácaros do ponto de vista nutricional. No entanto, a elevação excessiva da

viscosidade do conteúdo celular, associado a baixa pressão de turgor das células foliares, pode atrapalhar a ingestão do alimento, como consideram Mattson & Haack (1987).

Em períodos de seca, pela baixa umidade relativa do ar, a atividade dos fungos que controlam ácaros é reduzida. Klubertanz et al. (1991) em estudo do impacto de epizootias causadas por fungo do gênero *Neozygites* sobre *Tetranychus urticae*, em lavoura de soja, verificam que a atividade fúngica é muito dependente das condições ambientais e que a doença ocorre em temperaturas amenas e com boa umidade. O efeito da baixa umidade relativa do ar, como limitante à ação de fungos acaropatógenos é conhecida também em outras espécies de ácaros, entre eles *Mononychellus tanajoa* Bondar em mandioca (Delalibera et al., 2000; Elliot et al., 2000; Elliot et al., 2002). Elliot et al. (2000) observaram que, em períodos de seca, não ocorreu o patógeno *N. floridana* Weiser & Muma sobre o ácaro-verde da mandioca, *M. tanajoa*, na Bahia, e que a flutuação populacional do ácaro, ao longo do ano, variou nos diferentes locais estudados. Este fato foi atribuído pelos autores à condição diferenciada de estresse hídrico das plantas devido às variações da capacidade do solo em armazenar água em cada área, bem como, à desuniformidade de ocorrência de predadores e patógenos associados à população da praga.

A baixa umidade do ar também pode afetar a atividade dos ácaros predadores. Williams et al. (2004) observaram que a duração da fase de ovo dos predadores *Neoseiulus californicus* McGregor e *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot foi alongada com a redução da umidade relativa do ar de 80% para 60-70%, enquanto que para *Iphiseius degenerans* Berlese e *Neoseiulus cucumeris* Oudemans este efeito não foi observado. Estes autores observaram também que baixos valores de umidade relativa do ar a partir de 60% reduzem a taxa de eclosão de larvas destas espécies de predadores para menos de 25%, exceto para *I. degenerans* para a qual esta redução ocorre apenas com umidade do ar inferior a 50%. No entanto, índices de umidade relativa entre 60 e 80% não afetaram o tempo de vida e a atividade de predação destas quatro espécies de ácaros predadores.

O aumento gradual da temperatura, até certo nível, favorece o aumento do tamanho populacional de ácaros fitófagos (Crooker, 1985). A elevação da temperatura, dentro da faixa ótima, normalmente, reduz o ciclo dos ácaros tetraniquídeos, aumenta a taxa de oviposição e o número de ovos por fêmea

(Vasconcelos et al., 2004), desta forma o número de ácaros aumenta mais rapidamente. No entanto, temperaturas demasiadamente elevadas reduzem drasticamente o potencial biótico dos ácaros tetraniquídeos. Mattson & Haack (1987) consideram que a ocorrência de temperaturas acima da faixa ótima seja uma das explicações para a queda da densidade populacional de ácaros-praga em períodos de seca. Vasconcelos et al. (2004) observaram prejuízo aos parâmetros biológicos de *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard com o aumento da temperatura de 25,5°C para 30°C. Já para as espécies *T. tumidus* Banks e *T. evansi* Baker & Pritchard este efeito foi observado a partir de 35 e 36°C, respectivamente, por Liu & Tsai (1998) e Bonato (1999).

Da mesma forma, os ácaros predadores também são prejudicados por temperatura elevadas. Skirvin & Fenlon (2003) observaram que a taxa de predação de *Phytoseiulus persimilis* aumentou com o aumento da temperatura de 15 para 25°C, no entanto, sob temperatura de 30°C este índice caiu, porém não abaixo do observado a 20°C. Gotoh et al. (2004b) observaram que, entre temperaturas de 15 a 35°C, a taxa de eclosão de larvas de *Neoseiulus californicus* foi maior que 97,3% e que a viabilidade de ninfas foi de 81,6%, no entanto, com o aumento da temperatura para 37,5°C nenhuma larva eclodiu e sob temperatura de 40°C não houve oviposição. Já para a espécie *Euseius finlandicus* Oudemans, Broufas & Koveos (2001) observaram que a viabilidade de ninfas foi superior a 90% entre 15 e 32°C, mas sob 34°C este índice caiu para 34,7%, já a taxa intrínseca de incremento ( $r_m$ ) aumentou entre 15 e 30°C, mas caiu com o aumento da temperatura para 34°C.

### 2.2.2 Efeito da planta hospedeira sobre os ácaros tetraniquídeos

A maior incidência de ácaros tetraniquídeos em um determinado cultivo pode ser devida aos efeitos diretos e indiretos da espécie vegetal ou da cultivar sobre os ácaros. Os efeitos diretos de uma planta sobre os ácaros se devem ao valor nutricional desta, bem como, a aspectos morfológicos e bioquímicos constitutivos da planta que podem afetar os ácaros e, como efeito indireto, afetar a presença de seus inimigos naturais.

Boom et al. (2003), estudando 12 espécies de plantas de diferentes famílias botânicas, observaram que *Tetranychus urticae* apresenta aceitação diferenciada por hospedeiro e que as culturas com maior aceitação são soja, lúpulo (*Humulus lupulus* L.), chuva-de-ouro (*Laburnum anagyroides* Medik.) e fumo (*Nicotiana tabacum* L.). Quanto às famílias botânicas, todas as leguminosas testadas apresentaram boa aceitação, já entre as solanáceas, a resposta foi diferenciada de acordo com cada espécie. As plantas com menor aceitação foram o pimentão (*Capsicum annuum* L.) da família Solanaceae, e o ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), da família Ginkgoaceae.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos avaliando a preferência e não-preferência de *Tetranychus urticae* a diferentes cultivares de soja (Elden, 1997; Ali, 1999; Elden, 1999; Rita & Lajos, 2001). Ali (1999) observou que componentes foliares de diferentes cultivares de soja podem atrair ou repelir o ácaro-rajado, *T. urticae*. Elden (1997), estudando linhas isogênicas de soja com pubescência diferenciada, observaram que nos genótipos com folhas glabras foi menor o desenvolvimento de *T. urticae*, bem como, foram menores os danos provocados pela alimentação destes do que nos genótipos normais e nos de densa pilosidade. Já Boom et al. (2003) não observaram aceitação diferenciada de *T. urticae* em relação a genótipos de fumo com diferentes densidades de pêlos.

É conhecido o papel de compostos voláteis produzidos por plantas atacadas por ácaros na indução de genes de defesa em plantas não atacadas, como observado por Arimura et al. (2001) em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) infestadas por *Tetranychus urticae*. Sabe-se, também, que o ataque direto sobre a planta induz ao desenvolvimento de mecanismos de auto defesa a ataques posteriores, como observado em resposta ao ataque de *T. urticae* em soja por Brown et al. (1991) e em morangueiro por Fadini et al. (2004).

O valor nutricional de uma planta, como alimento para os ácaros, também deve exercer importante papel no crescimento populacional de ácaros sobre uma determinada cultura, no entanto, os fatores relacionados ao estabelecimento da população de ácaros parecem ser mais determinantes na ocorrência de tetraniquídeos. Boom et al. (2003) consideram que o grau de aceitação de diferentes plantas por *Tetranychus urticae* está mais relacionado a características morfológicas da folha e a produção de compostos voláteis do que o valor nutricional desta. Leite et al. (2003) observaram que não houve diferença significativa da densidade

populacional dos ácaros tetraniquídeos, *T. urticae* e *T. evansi*, em resposta a variação do teor de nitrogênio e potássio, em berinjela.

### 2.2.3 Efeito de herbicidas e de sistemas de manejo de plantas daninhas sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle

Os herbicidas empregados na cultura da soja podem ter ação direta sobre os ácaros e seus inimigos naturais, causando morte ou repelência, da mesma forma, pode haver ação indireta destes produtos devido ao controle de plantas daninhas, que podem ser vir de abrigo para os ácaros fitófagos, bem como, para seus agentes de controle.

Estudos em laboratório mostram que existe ação fungicida dos herbicidas à base de glifosato sobre *Neozigytes floridana* e que esta é atribuída aos componentes da formulação comercial que não o princípio ativo (Pedigo et al., 2002). Estudos em campo, conduzidos em 1999 e 2000 em Iowa, Minnesota e Ohio nos Estados Unidos da América demonstraram que campos comerciais cultivados com soja transgênica glifosato-tolerante tiveram populações mais elevadas de ácaros tetraniquídeos do que campos cultivados com cultivares tradicionais (Pedigo et al., 2002). Segundo estes autores, a ocorrência de *N. floridana*, nestas áreas, foi menor em ácaros encontrados em cultivares transgênicas glifosato-tolerantes.

Estudos conduzidos no Rio Grande do Sul mostraram que a ocorrência de ácaros tetraniquídeos em soja transgênica glifosato-tolerante (cultivar Coodetec 214 RR) foi maior nos tratamentos em que o controle de plantas daninhas foi total, tanto através da capina manual como com o uso do herbicida glifosato (Roggia et al., 2006), neste caso independe do uso do herbicida. É possível que as plantas daninhas protejam o solo da ação deletéria dos raios ultra-violetas sob o fungo *N. floridana* assim como proporcionem um micro-ambiente mais úmido no início da cultura favorecendo a sobrevivência do patógeno.

Outra hipótese é de que as plantas daninhas sirvam como um reservatório de alimento para os ácaros predadores quando a densidade populacional de ácaros fitófagos na soja ainda é pequena. Foi observado que várias plantas, de diferentes famílias botânicas, cultivadas e espontâneas (Ferla & Moraes, 2002), plantas

daninhas da cultura da maçã, *Malus domestica* Borkhausen, (Ferla & Moraes, 1998) e da vegetação associada à videira, *Vitis vinifera* L., (Prischmann & James, 2003) podem abrigar ácaros predadores.

Os predadores se alimentam, além de ácaros, de diversos outros organismos e substâncias que se encontram sobre as plantas, como fungos, pólen excreções açucaradas de insetos e exudatos vegetais (Moraes, 2002). Neste contexto, a composição botânica de uma lavoura pode ser determinante no potencial de colonização e estabelecimento do controle biológico por predadores.

#### 2.2.4 Efeito de inseticidas piretróides sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle

O efeito dos inseticidas piretróides no aumento populacional de ácaros fitófagos deve-se, entre outros aspectos, ao efeito tóxico destes inseticidas sobre os inimigos naturais da praga, principalmente sobre ácaros predadores fitoseídeos (Mesostigmata: Phytoseiidae) (Shanks et al., 1992; Cross & Berrie, 1994)

Reis et al. (1998) observaram 100% de mortalidade do fitoseídeo *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, em laboratório, pela ação de piretróides. Em campo, Gotoh & Gomi (2000) observaram que o emprego de permetrina reduziu drasticamente o número de ácaros fitoseídeos, sobre *Tetranychus kanzawai* Kishida em hortências (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.), no Japão. Dos agrotóxicos testados por Grout et al. (1997) cipermetrina foi um dos inseticidas mais prejudiciais aos fitoseídeos predadores *Euseius addoensis* Merwe & Ryke e *E. citri* Merwe & Ryke. Sato et al. (2001) observaram que deltametrina reduziu em 3,74 vezes o número de ácaros predadores fitoseídeos em relação a testemunha. Por outro lado Sato et al. (2002) observaram que fempropatrina foi inócua ao predador *Neoseiulus californicus*. Poletti (2002) observou que deltametrina causa mortalidade de ácaros fitoseídeos, e que esta mortalidade é diferenciada entre espécies e mesmo dentro da mesma espécie de predador.

Bowie et al. (2001) observaram que resíduos de esfenvalerato não causaram mortalidade, no entanto, reduziram a taxa de oviposição e a preferência por oviposição do ácaro fitoseídeo predador, resistente a piretróide, *Typhlodromus pyri*

Scheuten, o mesmo efeito foi observado sobre os ácaros tetraniquídeos *Tetranychus urticae* e *Panonychus ulmi* Koch. No entanto, comumente, os ácaros predadores são mais suscetíveis que os fitófagos a ação deletéria de piretróides, como observado para permetrina por Braun et al. (1987).

Mesmo havendo efeito deletério dos piretróides sobre os ácaros fitófagos, a população remanescente é capaz de recolonizar rapidamente as plantas. Pois estes inseticidas causam repelência nos ácaros tetraniquídeos, induzindo ao comportamento de dispersão nestes. Esta dispersão melhora a distribuição dos ácaros na planta e conseqüentemente há incremento da fecundidade das fêmeas, provocando rápido aumento populacional, ou seja, a sua ressurgência (Gerson & Cohen, 1989). A ressurgência, devido a ação de inseticidas, é potencializada quando o produto tem amplo espectro de ação e baixo efeito residual, como é o caso dos piretróides, pois neste caso ocorre ação deletéria sobre os inimigos naturais, enquanto que a ação acaricida sobre os fitófagos cessa em pouco tempo. Além do que o uso contínuo do mesmo ingrediente ativo pode selecionar populações resistentes ao inseticida, como ocorreu, por exemplo, no desenvolvimento da resistência de *Tetranychus urticae* a bifentrina, na cultura do algodão (Herron et al., 2001).

Na cultura da soja, o uso indiscriminado de inseticidas, principalmente para o controle das lagartas, pode causar desequilíbrio no agroecossistema da cultura. É comum entre os agricultores o controle antecipado da lagarta-da-soja, ou seja, o uso de inseticidas antes de ser atingido o nível de controle indicado pelas recomendações técnicas da cultura. Esta prática, associada ao emprego de inseticidas piretróides, com baixo efeito residual, implica muitas vezes na reinfestação da lavoura pela lagarta-da-soja demandando assim novas aplicações. Outra prática adotada pelos agricultores, que pode favorecer os ácaros fitófagos, é o emprego de sub-dosagens de piretróides em mistura com herbicidas aplicados em pós-emergência da cultura, de forma preventiva antes de ser atingido o nível de controle (Silva, 2000). Estas sub-dosagens de piretróides também são empregadas em mistura com o herbicida no momento da dessecação, precedente à semeadura da cultura (comunicação pessoal\*), o que pode afetar a sobrevivência de ácaros

---

\* Informações fornecidas pelo Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes, do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria.

predadores presentes na vegetação espontânea existente na área, frustrando a possibilidade de estabelecimento destes agentes de controle biológico na cultura.

Recentemente, em levantamento de ácaros realizado no Rio Grande do Sul, foram encontradas duas espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae, *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha e *Typhlodromalus aripo* De Leon (Guedes et al., 2004). É conhecida a eficiência de *T. aripo* no controle biológico do ácaro-verde da mandioca, *Mononychellus tanajoa*, introduzido na África com esta finalidade (Gerson et al., 2003). No entanto, pouco se sabe a respeito do papel destes agentes no controle biológico de ácaros tetraniquídeos em soja. Esta oleaginosa é de ciclo curto, o que dificulta o estabelecimento dos predadores. É também uma cultura de larga escala, na qual é empregado um manejo fitossanitário baseado em produtos químicos que prejudicam os ácaros predadores.

Outros inseticidas, além dos piretróides, apresentam ação deletéria sobre ácaros fitoseídeos predadores como clorpirifós (Prischmann et al. 2005), etiona, dimetoato, metidationa, óleo mineral, diazinona (Sato et al., 2001) e imidacloprido (James, 2003).

#### 2.2.5 Efeitos de fungicidas sobre ácaros tetraniquídeos e seus agentes de controle

É possível que os fungicidas empregados na cultura da soja prejudiquem os fungos acaropatogênicos, como *Neozygites floridana*. Esta hipótese é sustentada pelas seguintes condições: o pico de *N. floridana* em campo ocorre com pequena defasagem de tempo do pico de ácaros fitófagos, como observado em epizootia de *Neozygites* sp. sobre *Tetranychus urticae* em soja (Klubertanz et al., 1991) e sobre *Mononychellus tanajoa* em mandioca (Delalibera et al., 2000); a maior densidade populacional de ácaros tetraniquídeos ocorre no período reprodutivo da soja, como observado no Rio Grande do Sul (Roggia et al. 2006), período concomitante às pulverizações com os fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow).

É conhecido o efeito deletério de vários fungicidas sobre fungos acaropatogênicos e mesmo sobre ácaros predadores. No entanto, estes conhecimentos são relativos, principalmente, aos fungicidas empregados na

fruticultura (Grout et al., 1997; Childers & Abou-Setta, 1999; Sato et al., 2001). Alguns destes fungicidas, como o tebuconazole, também são usados na cultura da soja (Reunião, 2006). O tebuconazole apresentou efeito deletério para o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals. Criv.) Vuill., em laboratório (Mourão, 2003). Sobre ácaros fitoseídeos, Sato et al. (2001) observaram que o tebuconazole provocou redução populacional de cerca de 30%.

É possível que outros fungicidas empregados na cultura da soja também possam interferir na densidade de ácaros predadores, como observado para alguns fungicidas do grupo químico dos benzimidazóis, também empregados na cultura. Destes, o tiofanato-metílico reduziu o número de ácaros predadores fitoseídeos pela metade, em citros (Sato et al., 2001). Reis et al. (1998), estudando a toxicidade de diferentes agrotóxicos sobre o fitoseídeo predador *Iphiseiodes zuluagai*, classificaram o tiofanato-metílico como levemente e moderadamente nocivo, dependendo da dosagem empregada.

## 2.3 Materiais e métodos

### 2.3.1 Localização da área experimental e clima da região

O experimento foi desenvolvido na safra agrícola 2005/06, na área experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul. A altitude do local é 95m, a latitude é 29°42'24"S e a longitude é 53°48'42"W (Anexo A). O clima na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul é classificado como subtropical úmido, classe "Cfa", sem estação seca definida e com verões quentes, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961). A precipitação pluviométrica média anual da região varia entre 1322 e 1769mm.

Apesar da precipitação pluviométrica no Estado ser bem distribuída nas quatro estações do ano, a precipitação pluviométrica normal no verão é geralmente insuficiente para atender às necessidades hídricas dos cultivos deste período (Berlato, 1992). Segundo este autor, a porcentagem de ocorrência de precipitação pluviométrica menor do que a evapotranspiração potencial nos meses de janeiro e fevereiro, é de 55% e 47%, respectivamente. A probabilidade de ocorrência de déficit hídrico em torno de 40mm é de 25% em janeiro, 15% em fevereiro e 10% em março, em Santa Maria (Buriol, 1980).

O comportamento da temperatura média normal no período de dezembro a maio é o seguinte (Moreno, 1961): dezembro, 23,6°C; janeiro, 24,8°C; fevereiro, 22,7°C; maio, 16,6°C.

O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999) como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico.

### 2.3.2 Instalação do experimento

A soja foi semeada em 09 de dezembro de 2005, foi realizada adubação na linha de semeadura, com o emprego de 250Kg.ha<sup>-1</sup> da formulação comercial 02.20.20 de NPK. As sementes receberam tratamento químico com fungicida e inseticida, bem como, inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio. Os produtos e dosagens empregados estão apresentados na Tabela 2.1. A semeadura da soja foi realizada em sucessão ao cultivo de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) consorciado com nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). O manejo da cobertura de inverno foi realizado com uma gradagem leve, seis dias antes da semeadura da soja. A emergência da soja (50% das plantas) ocorreu em 14 de dezembro de 2005.

**Tabela 2.1 – Dosagem e especificação dos produtos empregados para o tratamento de sementes de soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Composição/ Ingrediente ativo	Produto comercial (p.c.)	Concentração do p.c.	Dosagem do p.c. (ml 100Kg <sup>-1</sup> de semente)
Carbendazim	Derosal 500 SC	500g L <sup>-1</sup>	100
Tiametoxam	Cruizer 350 FS	350g L <sup>-1</sup>	200
Cobalto + Molibdênio	Hydro Seed Co+Mo	25 + 250g L <sup>-1</sup>	200
<i>B. japonicum</i> e <i>B. elkanii</i> <sup>1</sup>	Bionutri	3x10 <sup>12</sup> células viáveis L <sup>-1</sup>	200

<sup>(1)</sup> *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*

O experimento foi locado em uma lavoura de soja, a uma distância mínima de 25m das margens da lavoura. Foram empregadas duas cultivares de soja, a cultivar transgênica glifosato-tolerante BRS 245 RR e a cultivar convencional BRS 133. O talhão da cultivar BRS 245 RR foi margeado por uma faixa mínima de 10m de

largura cultivada com soja transgênica glifosato-tolerante e o talhão da cultivar BRS 133 foi margeado por uma faixa mínima de 5m de largura cultivada com soja convencional.

Desta forma, as cultivares foram semeadas em talhões paralelos, separados entre si por uma faixa de 15m cultivada com soja. Esta distância foi adotada com a finalidade de minimizar a interferência entre as cultivares e a possibilidade de dispersão dos ácaros de um talhão a outro. Considerando que o vento é o principal agente de dispersão dos ácaros (Kennedy & Smitley, 1985) e que os ventos predominantes no verão serem vindos normalmente do Sudeste e do Leste, conforme dados da estação meteorológica da UFSM, teve-se o cuidado de posicionar as parcelas no sentido Leste-Oeste, ou seja, os talhões foram semeados no sentido Norte-Sul. Esta estratégia também foi empregada por Colfer et al. (2004) em avaliação da flutuação de ácaros predadores e tetraniquídeos em algodoeiro.

As parcelas tiveram dimensões de 7,5 x 4,0m, e a área útil foi de 5,0 x 2,0m. As linhas de semeadura foram espaçadas em 0,5m, com 17,24 sementes aptas por metro de linha, em média.

### 2.3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Foram avaliados 11 tratamentos organizados em um esquema bifatorial (2 x 5), sendo duas cultivares de soja e cinco sistemas de manejo de plantas daninhas e, além destes, um tratamento adicional. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições, com parcelas subdivididas no espaço. Nas sub-parcelas foram distribuídos os distintos sistemas de manejo de plantas daninhas.

As cultivares de soja empregadas foram BRS 245 RR e BRS 133, ambas de ciclo médio, 141 e 136 dias, respectivamente (Reunião, 2006). A cultivar BRS 245 RR é transgênica glifosato-tolerante, ou seja, possui o gene "cp4-epsps", que confere tolerância ao herbicida glifosato. Sua genealogia é BRS 133(6) x E96-246. O genótipo E96-246 é portador do gene de tolerância ao herbicida glifosato, ele foi cruzado com a cultivar BRS 133, sendo que na sequência foram feitos 6 retrocruzamentos para BRS 133, originando a cultivar BRS 245 RR. Este processo

faz com que as cultivares empregadas neste experimento, BRS 133 e BRS 245 RR, tenham elevada semelhança genética entre si, estima-se que seja de 99,21%, devido aos seis ciclos de retrocruzamento (Borém, 1998).

Os sistemas de manejo de plantas daninhas consistiram no seguinte: (1) sem controle, com plantas de ocorrência espontânea; (2) controle químico tradicional de plantas daninhas, com os herbicidas bentazona e setoxidim, respectivamente um latifolicida e um graminicida, seletivos à cultura da soja; (3) controle manual, arranquio simulando capina; (4) apenas com o herbicida bentazona; (5) apenas com o herbicida setoxidim.

O tratamento adicional consistiu na aplicação do herbicida glifosato, não seletivo, sobre a cultivar de soja BRS 245 RR, transgênica glifosato-tolerante.

Os herbicidas foram pulverizados sobre a soja aos 24 dias após a emergência, ente os estáios V3 e V4 de desenvolvimento da soja, conforme a escala de Hitchie et al. (1994) (Anexo B). Foi empregado pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão constante, bico tipo leque TeeJet 110.015, regulado para aplicar 100 litros de calda por hectare. A faixa de aplicação do equipamento foi de 2m, obtido por um conjunto de quatro pontas de pulverização, distribuídas em uma barra, espaçadas em 50cm.

As dosagens de cada herbicida foram determinadas de acordo com as características da infestação da lavoura considerando os limites registrados para o emprego na cultura da soja. As dosagens e produtos comerciais dos herbicidas empregados estão apresentados na Tabela 2.2. No tratamento com controle químico tradicional, os herbicidas bentazona e setoxidim foram aplicados separadamente, ou seja, não foi empregada mistura de tanque devido ao efeito antagônico desta mistura. À calda de pulverização de todos os herbicidas foi adicionado óleo mineral (Oppa BR CE) na proporção de 5% (v/v) da calda.

Por ocasião da aplicação dos herbicidas as condições do tempo foram: temperatura do ar de 20 ±3,3°C, umidade relativa do ar de 84 ±6%, velocidade do vento de 4 ±2Km h<sup>-1</sup>. Estes dados foram obtidos com um termo-higrômetro e um anemômetro portáteis.

**Tabela 2.2 – Dosagens e especificações dos herbicidas empregados nos sistemas de manejo de plantas daninhas em soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Ingrediente ativo (i.a.)	Produto comercial (p.c.)	Concentração do i.a. no p.c.	Dosagem
Bentazona	Basagran 600	600,00g.L <sup>-1</sup>	1,30L do p.c..ha <sup>-1</sup>
Setoxidim	Poast	184,00g.L <sup>-1</sup>	1,25L do p.c..ha <sup>-1</sup>
Glifosato	Roundup Original	480,00g.L <sup>-1</sup>	3,00L do p.c..ha <sup>-1</sup>

#### 2.3.4 Tratos culturais e condução do experimento

Entre o estágio V9 e R1 da soja, foi realizada uma aplicação de inseticida, simulando o manejo da lagarta-da-soja. Foi empregada a mistura de um inseticida regulador de crescimento com um do grupo químico dos piretróides em mistura de tanque, respectivamente, teflubenzurom (Nomolt 150) + permetrina (Talcord 250) nas dosagens de 50 + 100mL do produto comercial por hectare.

No estágio R5.1 da soja, foi realizada uma pulverização com fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja. Foi empregada a dosagem de 0,6 litros por hectare do produto comercial Opera, que tem como ingredientes ativos epoxiconazol + piraclostrobina.

Para estas pulverizações, foi empregado pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão constante, bico tipo leque TeeJet 110.02. O equipamento foi regulado para aplicar 150 e 160 litros de calda por hectare, respectivamente para os inseticidas e para o fungicida. As pulverizações dos inseticidas e do fungicida foram realizadas, respectivamente, com as seguintes condições do tempo: temperatura do ar em média de 22 e 26°C; umidade relativa do ar em média de 65 e 60%; velocidade do vento de 2 a 8Km h<sup>-1</sup> e de 2 a 7Km h<sup>-1</sup>. Estes dados foram obtidos com um termo-higrômetro e um anemômetro portáteis, as observações foram feitas antes, durante e ao final de cada pulverização.

### 2.3.5 Obtenção de dados e análises estatísticas

As avaliações da densidade populacional de ácaros iniciaram em 27 de janeiro de 2006, 44 dias após a emergência, quando a soja estava no estádio V6. Ao todo, foram sete amostragens realizadas com intervalo de dez dias. Exceto entre a terceira e a quarta amostragem e a quarta e a quinta, onde o intervalo foi de 12 e oito dias, respectivamente.

Em cada data de avaliação foram amostrados, em cada parcela, 10 folíolos completamente expandidos do topo da planta, coletados ao acaso na área útil. Estes foram identificados, ensacados e acondicionados em ambiente refrigerado, em caixa térmica. O material foi encaminhado para o Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Defesa Fitossanitária, onde foi mantido em geladeira (cerca de 8°C) até a amostra ser processada.

Com auxílio de um vazador de 1,8cm de diâmetro, foram extraídos três discos foliares de cada folíolo, perfazendo 30 discos por parcela, que somaram 73,34cm<sup>2</sup>. Um dos discos foi extraído da base do folíolo incluindo a nervura central, os outros dois foram retirados da porção mediana do folíolo, de cada um dos lados da nervura central. Estes discos foram observados em microscópio estereoscópio e foi contado o número de ovos, larvas, protoninfas, deutoninfas, fêmeas e machos de ácaros-praga, e ácaros-predadores presentes na face inferior de cada disco. Devido ao risco de erro na separação das espécies por meio, apenas, da observação no microscópio estereoscópio optou-se por analisar as espécies ocorrentes conjuntamente.

Uma alíquota de ácaros de cada amostra foi conservada em álcool 70%, posteriormente estes foram montados em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer. Estas montagens foram analisadas em microscópio ótico, com contraste de fases. Para identificação das espécies de ácaros-praga foram empregadas as chaves taxonômicas e as descrições morfológicas apresentadas na bibliografia (Pritchard & Baker, 1955; Baker & Tuttle, 1994; Návia & Flechtmann, 2004), bem como, a chave taxonômica apresentada na primeira parte desta dissertação (pág. 39).

Logo após a 5ª amostragem, no estádio R4 da soja, foi realizado um levantamento de plantas daninhas, que consistiu no registro das plantas infestantes

ocorrentes e na estimativa da taxa de cobertura de cada espécie vegetal, em uma escala de 0 a 100%, para tanto foi considerada apenas a área útil da parcela, conforme metodologia empregada por Rizzardi et al. (2003)

A flutuação populacional dos ácaros no período de amostragem foi analisada considerando a média dos seguintes parâmetros: (1) número de ovos; (2) número de ninfas, obtido pela soma do número de larvas, protoninfas e deutoninfas, incluindo as forma quiescentes; (3) número de fêmeas; (4) número de “ativos” ou formas móveis, obtido pela soma de ninfas, fêmeas e machos; (5) número total, obtido pela soma de “ativos” e ovos. Foram encontrados ácaros-predadores apenas na 1ª e na 5ª amostragens e em pequeno número, assim esta variável não foi submetida à análise estatística.

Foi elaborado um gráfico com os valores diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar das 9, 15 e 21 horas, precipitação pluviométrica e evapotranspiração máxima. Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria.

Os tratamentos foram comparados através do índice CMD (*cumulative mite day*), que considera a densidade populacional diária acumulada de ácaros por área foliar amostrada. Foi calculado o CMD das amostragens 1 a 7, ou seja, do período entre os estádios V6 e R6 da soja. Este índice, o CMD, também foi empregado por Walker et al. (1989) e Beers et al. (2005), em experimentos que estudaram o impacto de agrotóxicos sobre ácaros-praga e inimigos naturais.

O índice CMD é calculado por:

$$\text{CMD} = \sum 0,5 \times (P_n + P_{n+1}) \times D$$

Onde,  $P_n$  referem-se ao número de ácaros na amostra  $n$ ,  $P_{n+1}$  referem-se ao número de ácaros na amostra seguinte;  $D$  é o tempo em dias entre amostragens sucessivas.

O cálculo de CMD aplicado para os dados de campo é exemplificado a seguir:

$$\text{CMD}_{(1-7)} = 0,5 \times [(P_1 + P_2) \times D_{1-2} + (P_2 + P_3) \times D_{2-3} + \dots + (P_5 + P_6) \times D_{5-6} + (P_6 + P_7) \times D_{6-7}]$$

Onde,  $\text{CMD}_{(1-7)}$  refere-se aos ácaros acumulados no período entre a amostragem 1 e 7;  $P_n$  referem-se às populações de ácaros na amostra  $n$ ;  $D_{n-(n+1)}$  é o

tempo em dias entre amostragens sucessivas, neste caso 10 dias, exceto o intervalo entre a terceira e quarta amostragem que foi de 12 dias e da quarta e a quinta amostragem que foi de 8 dias.

Para estas análises foram consideradas as seguintes variáveis: (1) número de ovos; (2) número de ninfas; (3) número de fêmeas; (4) número de “ativos”. Estas variáveis referem-se ao número de ácaros acumulados (CMDs). Estes dados foram submetidos a análise da variância para avaliar a significância da interação, da diferença entre níveis dos fatores e os tratamentos, de acordo com cada caso.

No caso de haver interação significativa, os CMDs dos sistemas de manejo de plantas daninhas foram comparados entre si dentro de cada cultivar, bem como, os CMDs das cultivares foram comparados entre si dentro de cada um dos cinco sistemas de manejo de plantas daninhas. No caso de a interação não ser significativa os CMDs dos sistemas de manejo de plantas daninhas foram comparados entre si, a partir da média dos CMDs de ambas cultivares. Assim também, os CMDs das duas cultivares foram comparados entre si, a partir da média dos CMDs de cada sistema de manejo de plantas daninhas.

Em ambos os casos, com a ocorrência de interação ou não, o teste de comparação de médias empregado foi, Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os quadrados médios do erro (QMe) e os graus de liberdade do erro (GLe) empregados para este teste foram aqueles obtidos no quadro geral da análise da variância fornecidos pelo programa estatístico, SOC/NTIA/Embrapa, conforme ajuste sugerido por Storck et al. (2002).

O tratamento adicional, com o herbicida glifosato aplicado sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante foi comparado com todos os outros tratamentos, utilizando-se contrastes ortogonais. O tratamento adicional foi comparado a cada um dos demais tratamentos pelo teste de Dunnett. Para o cálculo da diferença mínima significativa foram empregados o QMe, GLe e GLtrat (graus de liberdade do tratamento) obtidos no quadro geral da análise da variância apresentado pelo programa estatístico. O nível de significância admitido foi de 5%.

O número de ácaros (ovos, ninfas, fêmeas, “ativos” e total) da 5ª amostragem foi correlacionado com a taxa de cobertura de cada uma das quatro principais plantas daninhas ocorrentes (Apêndice A), corriola (*Ipomoea triloba* L.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), gervão (*Verbena litoralis* H.B.K.) e mata-campo (*Vernonia* sp.). O número de ácaros também foi correlacionado com o total por parcela de cobertura

por plantas daninhas, com a diversidade de plantas daninhas por tratamento e com a taxa de cobertura das três principais famílias botânicas, Asteraceae, Solanaceae e Poaceae. O índice de diversidade refere-se ao número de espécies de plantas daninhas por parcela. Foi empregada a correlação linear de Pearson, para os cálculos foi empregada a média por tratamento de cada fator.

## 2.4. Resultados e discussão

As espécies de ácaros-praga ocorrentes neste experimento foram o ácaro-verde *Mononychellus planki* e o ácaro-vermelho *Tetranychus gigas*, ambos tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae). Estas populações foram avaliadas conjuntamente.

### 2.4.1 Correlação da densidade de ácaros tetraniquídeos com a infestação por plantas daninhas em soja

A composição de plantas daninhas em cada tratamento variou de acordo com a cultivar de soja e o sistema de manejo empregado. A taxa total de cobertura e o índice de diversidade de plantas daninhas, no estágio R4 da soja, foi maior nos tratamentos sem controle e com o herbicida gramínico setoxidim (Tabela 2.3). Isto deve-se às características da infestação natural do local ser predominantemente de espécies latifoliadas (folhas largas) não controladas pelo herbicida setoxidim.

A taxa de infestação total de plantas daninhas foi menor na cultivar convencional, para todos os tratamentos. Isto pode estar relacionado à aparente maior capacidade competitiva da cultivar convencional sobre as plantas daninhas, pelo fato de ter coberto mais rapidamente o solo, o que provavelmente está relacionado ao ciclo mais curto desta (136 dias) em relação a cultivar transgênica glifosato-tolerante (141 dias). Pires et al. (2005), estudando a capacidade competitiva de cultivares de soja com plantas daninhas, observaram que, entre as cultivares de ciclo médio, houve diferença de competitividade e o melhor desempenho foi observado naquela que apresentou maior taxa de cobertura do solo aos 63 dias após a emergência. Lamego et al. (2005) observaram que as cultivares de menor ciclo cobrem mais rapidamente o solo, durante os primeiros 45 dias após a emergência.

**Tabela 2.3 – Infestação por plantas daninhas em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas em avaliação realizada no estádio R4<sup>1</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Tratamentos	Total de plantas (%) <sup>2</sup>	Folhas-larga (%) <sup>2</sup>	Folhas-estreita (%) <sup>2</sup>	Índice de diversidade <sup>3</sup>
Cultivar - manejo de plantas				
BRS 245 RR - sem controle	22,80	15,00	7,80	5,2
BRS 245 RR - tradicional <sup>4</sup>	9,62	7,62	2,00	2,8
BRS 245 RR - arranquio manual	2,84	2,84	0,00	1,4
BRS 245 RR - bentazona <sup>5</sup>	2,90	2,90	0,00	1,4
BRS 245 RR – setoxidim <sup>5</sup>	24,20	23,80	0,40	3,8
BRS 245 RR – glifosato <sup>5</sup>	0,60	0,60	0,00	0,6
<b>BRS 245 RR – média</b>	<b>10,49</b>	<b>8,79</b>	<b>1,70</b>	<b>2,5</b>
BRS 133 - sem controle	12,90	11,50	1,40	4,0
BRS 133 - tradicional <sup>4</sup>	1,32	1,30	0,02	1,4
BRS 133 - arranquio manual	1,80	1,80	0,00	1,6
BRS 133 - bentazona <sup>5</sup>	0,94	0,82	0,12	1,8
BRS 133 - setoxidim <sup>5</sup>	5,60	5,60	0,00	3,6
<b>BRS 133 – média</b>	<b>4,51</b>	<b>4,20</b>	<b>0,31</b>	<b>2,5</b>

(<sup>1</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>2</sup>) – Infestação estimada por uma escala de 0-100%, referente à taxa de cobertura da área útil da parcela por cada uma das plantas. (<sup>3</sup>) – Número de espécies de plantas daninhas por parcela. (<sup>4</sup>) – Sistema de manejo tradicional com os herbicidas bentazona e setoxidim. (<sup>5</sup>) – Herbicidas empregados.

O tratamento adicional, com o herbicida glifosato aplicado sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante, foi o que apresentou menor infestação por plantas daninhas, bem como, menor diversidade de plantas do que todos os demais. Isto deve-se à maior eficiência de controle de plantas daninhas proporcionada pelo emprego do herbicida glifosato, pois como observado por Foloni et al. (2005), em Mato Grosso, este herbicida foi mais eficiente no controle de plantas daninhas do que o sistema de manejo tradicional.

A correlação da densidade de ácaros com a infestação por plantas daninhas por tratamento foi inversa e teve coeficientes variados de acordo com a fase dos

ácaros e a espécie de planta daninha. Desta forma, quanto maior a taxa de cobertura por plantas daninhas e quanto maior o índice de diversidade de espécies de plantas por tratamento menor foi o número de ácaros. O número de machos fugiu a este padrão, porém estes ocorreram em número reduzido na população e apresentaram coeficientes de correlação meores que 20% para a maior parte das comparações.

Os maiores coeficientes de correlação (Tabela 2.4) foram observados entre o número de ácaros tetraniquídeos “ativos” (ninfas+adultos) e o total de ácaros (“ativos”+ovos), comparados à taxa de cobertura de corriola, guaxuma, gervão e mata-campo, o total de plantas daninhas e o índice de diversidade de plantas.

**Tabela 2.4 – Coeficiente de correlação<sup>1</sup> do número de ácaros tetraniquídeos<sup>2</sup> com as plantas daninhas em soja, em levantamento realizado no estádio R4<sup>3</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Planta daninha	Ovos	Ninfas	Fêmeas	“Ativos” (ninfas+adultos)	Total (ativos+ovos)
Diversidade <sup>4</sup>	-25,18	-41,95	-33,56	-57,47	-48,29
Total de plantas	-51,62	-42,50	-54,55	-78,34	-75,03
Corriola	-59,71	-39,33	-53,58	-74,91	-77,25
Guaxuma	-44,90	-16,96	-41,58	-48,04	-53,06
Gervão	-27,41	-38,89	-39,44	-60,88	-51,55
Mata-campo	-43,51	-51,54	-53,23	-83,98	-74,14
Poaceae	-19,61	-44,95	-33,52	-64,95	-49,87
Solanaceae	7,49	-53,41	-10,39	-39,46	-19,97
Asteraceae	-33,61	-58,19	-38,71	-75,44	-63,69

(<sup>1</sup>) – Correlação linear de Pearson entre as médias de contagem de ácaros dos tratamentos e as médias da taxa de cobertura das plantas daninhas e a média do índice de diversidade do respectivo tratamento. (<sup>2</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>3</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>4</sup>) – Número de espécies de plantas daninhas por parcela.

O coeficiente de correlação foi superior a 74% para a comparação do número de ácaros “ativos” e total com a taxa de cobertura de mata-campo, corriola e com o

total de plantas daninhas. Enquanto que para a correlação de de ácaros “ativos” e total com a taxa de cobertura de gervão, guaxuma e com o índice de diversidade o coeficiente foi em média de 53%.

A correlação do número de ovos, ninfas, fêmeas e adultos com as plantas daninhas apresentou baixo coeficiente decorrelação. Coeficientes de correlação ao redor de 50% foram obtidos nas correlações do número de ovos, fêmeas e adultos com a infestação por mata-campo, corriola e total de plantas daninhas. Estes dados mostram que ocorreu boa correlação linear entre o número de ácaros e a infestação por plantas daninhas e que este índice varia de acordo com a espécie invasora. Neste contexto, a presença de mata-campo e corriola, ou os fatores relacionados à ocorrência destas, desfavoreceram os ácaros tetraniquídeos na cultura.

Com relação às três principais famílias botânicas deste levantamento, a correlação foi inversa, ou seja, negativa, e os melhores coeficientes de correlação foram observados para a comparação da taxa de cobertura das plantas da família Asteraceae com o número de ácaros “ativos” e o total, com coeficientes de correlação superiores a 63%. Para a família Poaceae o coeficiente de correlação da comparação com o número de ácaros “ativos” e o total, foi um pouco inferior, em média 57,41%. Mostrando que, nos tratamento em que ocorreram plantas destas duas famílias em maior quantidade as populações de ácaros tenderam a ser menores. Já para Solanaceae, os coeficientes de correlação com ácaros “ativos” e total, foram baixos, em média 29,72%, mostrando que o padrão de ocorrência das plantas desta família, analisadas conjuntamente, não se assemelha ao padrão de ocorrência de ácaros na cultura da soja.

Em experimento com sistemas de manejo de plantas daninhas, em soja transgênica glifosato-tolerante, Roggia et al. (2006) observaram que a ocorrência de ácaros tetraniquídeos foi maior nos tratamentos em que o controle de plantas daninhas foi total. É possível que a presença de plantas daninhas tenha agido protegendo inimigos naturais dos ácaros, principalmente fungos acaropatogênicos, da ação de fatores do ambiente como radiação solar e dessecação.

Pode haver, ainda, interferência das plantas daninhas no microclima local, mantendo um ambiente mais úmido, pela maior transpiração das plantas, favorecendo a sobrevivência e a infecção dos ácaros por estes patógenos. No entanto, é provável que esta possível interferência das plantas daninhas seja significativa apenas no início do ciclo da cultura, quando as entrelinhas da cultura

ainda não estão totalmente fechadas. Como o número de ácaros nos estádios iniciais da soja foi pequena, este efeito diferencial no micro-clima, deve ter sido pouco significativo.

É conhecida a interferência de compostos voláteis produzidos por plantas atacadas por ácaros, que induzem a resistência ao ataque em plantas isentas da mesma espécie. Arimura et al. (2001) observaram que plantas de feijão-fava infestadas por *Tetranychus urticae* emitem compostos voláteis e que estes atuaram sobre plantas da mesma espécie, não infestadas, induzindo a expressão de genes de defesa. É possível que plantas daninhas hospedeiras de ácaros fitófagos apresentem processos semelhantes a este, e possam induzir a mecanismos de resistência na cultura. No caso desta hipótese ser verdadeira, é possível ainda que existam diferenças entre os compostos produzidos por cada espécie daninha, tanto na quantidade produzida quanto na composição destes, desta forma pode haver efeito diferenciado para cada espécie invasora sobre a densidade de ácaros-praga. Outra hipótese é a de que os ácaros estivessem distribuídos tanto na soja como nas plantas daninhas, como estes foram avaliados apenas na soja, onde havia maior quantidade de invasoras o número total de ácaros na vegetação foi subestimado.

Existem muitas possibilidades de interação das plantas daninhas com os ácaros predadores, no entanto, estas interações não são adequadas para explicar o comportamento da densidade populacional de ácaros-praga deste levantamento, pois o número de predadores foi muito pequeno durante o período amostrado. Os predadores foram encontrados, nas plantas de soja, apenas da primeira e na quinta amostragem e em número muito reduzido.

Estas hipóteses citadas para explicar os resultados do presente experimento, relativas a relação das plantas daninhas com os ácaros, referem-se a dados de diferentes espécies de plantas e de ácaros, que foram gerados em diferentes condições, consistem em um bom indicativo dos fatores envolvidos nesta interação. No entanto, pesquisas futuras precisam ser desenvolvidas a fim de testar estas hipóteses e de esclarecer qual o real papel das plantas daninhas, em convivência com a soja, sobre a população de ácaros tetraniquídeos nesta cultura.

#### 2.4.2 Número acumulado de ácaros tetraniquídeos em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas

A Tabela 2.5 apresenta a proporção entre cada fase dos ácaros, a partir da média geral do experimento, os valores referem-se ao índice CMD (*cumulative mite day*), ou seja, a estimativa do número de ácaros acumulados durante o período de amostragem.

A média do número de ovos acumulados durante o período de avaliação foi cerca de duas vezes o número de ninfas e uma vez e meia o número de fêmeas. O número de machos foi muito pequeno comparado aos demais grupos, a razão macho/fêmea foi de 0,06 (Tabela 2.5). De forma semelhante, em soja, em casa de vegetação, Oloumi-Sadeghi et al. (1988) observaram que o número de ovos de *Tetranychus urticae* foi cerca de duas vezes e meia maior do que o número de ninfas e fêmeas, nas folhas superiores, por outro lado a razão macho/fêmea foi de 0,21, mais equilibrada do que a razão observada no presente experimento.

**Tabela 2.5 – Número de indivíduos e proporção entre as fases dos ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> acumulados entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Fases dos ácaros	Média dos tratamentos <sup>3</sup>	Número por fêmeas de ácaros	Taxa sobre o total de ácaros
Ovos	195,18	1,52	45,25%
Ninfas	100,75	0,79	23,36%
Fêmeas	128,18	1,00	29,72%
Machos	7,31	0,06	1,69%
Adultos (fêmeas + machos)	135,49	1,06	31,41%
“Ativos” (ninfas + adultos)	236,24	1,84	54,77%
Total (“ativos” + ovos)	431,33	3,37	100,00%

(<sup>1</sup>) - *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Média geral do experimento, sem distinção de tratamento, referentes à estimativa do número de ácaros acumulados entre os estádios V6 e R6 da soja.

Considerando que a viabilidade de cada fase, comumente, não é de 100%, ou seja, que os fatores do ambiente causam mortalidade de ácaros, é de se esperar que o número de ovos seja muito maior do que o de ninfas e fêmeas e, também, que o número de ninfas seja maior do que o de fêmeas. No entanto, a longevidade da fêmea é bem maior do que o tempo de vida de ninfas e ovos, possibilitando o acúmulo de fêmeas de diferentes gerações. O que pode explicar os dados observados neste experimento. Silva et al. (1985) observaram que o tempo de duração da fase de ovo e de ninfa, de *Tetranychus urticae* em feijoeiro, foi idêntico entre estas fases e foi cerca de quatro vezes menor do que a longevidade das fêmeas.

Os machos, normalmente, têm longevidade menor do que as fêmeas, além de que a razão fêmea:machos, comumente, é maior do que a unidade, ou seja, naturalmente são geradas mais fêmeas do que machos. Estas características fazem com que o número de machos seja menor do que o de fêmeas em uma população natural. Silva et al. (1985), estudando a biologia de *Tetranychus urticae* sobre feijoeiro, observaram que as fêmeas tiveram longevidade cerca de 4,5 vezes maior do que os machos e a razão macho/fêmea foi de cerca de 0,5, portanto o dobro de fêmeas em relação aos machos. É bem provável que estes índices sejam diferentes para as espécies ocorrentes em soja no presente experimento, no entanto, mostram a tendência da relação numérica entre machos e fêmeas.

Nas Tabelas 2.6 a 2.10 é apresentada uma análise do número de ácaros acumulados durante o período amostrado, do estágio V6 ao R6 da soja, através do índice CMD de ninfas, fêmeas, ovos, “ativos” e total, em resposta a duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas.

#### 2.4.2.1 Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – “ativos” (adultos + ninfas)

O número de ácaros tetraniquídeos “ativos” (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*) não apresentou interação entre os fatores, ou seja, o efeito dos sistemas de manejo de plantas daninhas foi idêntico entre as cultivares (Tabela 2.6). Não houve diferença estatística significativa em relação ao número de ácaros “ativos” entre as cultivares de soja, assim o efeito da cultivar de soja sobre o número

de ácaros é mínimo. Pois as cultivares apresentam semelhança genética, bem como características fenológicas e morfológicas próximas entre si.

De forma semelhante, Roggia et al. (2006) observaram que o número de ácaros tetraniquídeos na soja não diferiu significativamente entre a cultivar transgênica glifosato-tolerante Coodetec 214 RR e a cultivar convencional Coodetec 201, submetidas aos mesmos sistemas de manejo de plantas daninhas. Assim também, Buckelew et al. (2000), estudando diferentes cultivares de soja transgênica, tolerante a herbicidas e a nematóide, observaram que a cultivar de soja pode não afetar significativamente o número de insetos na cultura.

**Tabela 2.6 – Número acumulado de ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> “ativos” (ninfas + adultos) em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Manejo de plantas daninhas	Cultivar de soja		Média	
	BRS 245 RR transgênica	BRS 133 convencional		
Sem controle	187,2	222,4	204,8	c <sup>3</sup>
Tradicional (bentazona + setoxidim)	248,0	270,0	259,0	ab
Arranquio manual	251,8	283,4	267,6	a
Herbicida bentazona	232,4	212,6	222,5	abc
Herbicida setoxidim	208,4	222,8	215,6	bc
Média	225,6	A	242,2	A
Herbicida glifosato	259,6 (ns <sup>4</sup> )			

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; as letras maiúsculas comparam as médias na horizontal (cv= 13,26%) e as minúsculas na vertical (cv= 15,43%). (<sup>4</sup>) – Diferença não significativa da comparação do tratamento adicional com todos os demais tratamentos, em ambas cultivares, por contrastes ortogonais a 5% de significância.

Quanto aos sistemas de manejo de plantas daninhas, o maior número de ácaros “ativos” foi observada no tratamento com o sistema de manejo com arranquio manual, seguido dos tratamentos com o sistema de manejo tradicional e com o herbicida bentazona, dos quais não diferiu significativamente. O menor número de ácaros “ativos” ocorreu nos tratamentos sem controle de plantas daninhas e não diferiu estatisticamente dos sistemas de manejo com os herbicidas setoxidim e bentazona. Esta resposta foi influenciada principalmente pela densidade populacional de ninfas, cujo número de indivíduos foi muito pequeno nos tratamentos sem controle de plantas daninhas.

O número de ácaros “ativos”, a partir dos diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, esteve mais relacionado à infestação por plantas daninhas do que ao efeito direto dos herbicidas sobre os ácaros ou seus inimigos naturais, uma vez que o número de ácaros também foi elevado no tratamento com o sistema de manejo com arranquio manual, que não recebeu herbicida. Buckelew et al. (2000) também observaram que o número de insetos-praga e inimigos naturais da soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas em soja herbicida-tolerante esteve mais relacionado à eficiência de controle de plantas daninhas do que ao efeito direto dos herbicidas.

O número de “ativos” no tratamento com o herbicida glifosato aplicado sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante foi maior do que a média geral do experimento, no entanto, não diferiu deste pela comparação por contrastes ortogonais (Tabela 2.6). Pelo teste de Dunnett (Tabela 2.7) o tratamento adicional diferiu apenas do tratamento sem controle de plantas daninhas na cultivar transgênica glifosato-tolerante, ou seja, aquele com maior quantidade de invasoras (Tabela 2.3).

Em experimento realizado em Cruz Alta, RS, na safra 2004/05, Roggia et al. (2006) observaram que os sistemas de manejo de plantas daninhas empregados na soja transgênica glifosato-tolerante afetaram a densidade de ácaros tetraniquídeos, sendo que as maiores densidades populacionais foram observadas nos tratamentos com capina e com o herbicida glifosato. Os autores explicam que este fato deve-se ao melhor controle de plantas daninhas nestes tratamentos, enquanto que no tratamento com o sistema de manejo tradicional o número de ácaros foi intermediário, o que deve estar relacionado ao controle menos eficiente do que o nas parcelas com herbicida glifosato e capina.

As menores populações de ácaros “ativos” foram observadas no tratamento com maior quantidade e diversidade de plantas daninhas, a testemunha sem controle de plantas. Isto deve estar relacionado a fatores discutidos na seção 2.4.1, como: a possibilidade de favorecimento de acaropatógenos pela presença de plantas daninhas; a possibilidade de as plantas daninhas produzirem compostos deletérios à praga. Por outro lado, como as maiores densidade populacionais não ocorreram no tratamento com menor infestação por plantas daninhas, o tratamento adicional (Tabela 2.3), é possível que esta resposta esteja relacionada à composição botânica diferenciada em cada tratamento, ou seja, que cada planta daninha, ou os fatores relacionados à sua ocorrência, atuem diferentemente sobre os ácaros.

**Tabela 2.7 – Comparação do tratamento adicional com cada um dos demais tratamentos, pela média do número acumulado de ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Tratamentos	Ovos	Ninfas	Fêmeas	“Ativos” (ninfas+adultos)
Cultivar- manejo de plantas				
BRS 133 – sem controle	137,6 + <sup>3</sup>	90,8 +	114,6	222,4 +
BRS 133 – tradicional <sup>3</sup>	214,0 +	120,4 +	139,6 +	270,0 +
BRS 133 – arranquio manual	265,8 +	107,6 +	170,8 +	283,4 +
BRS 133 – herbicida bentazona	153,0 +	95,6 +	117,0	212,6 +
BRS 133 – herbicida setoxidim	197,4 +	102,0 +	107,4	222,8 +
BRS245 RR – sem controle	142,2 +	61,4 +	122,8	187,2
BRS245 RR – tradicional <sup>4</sup>	241,0 +	133,6 +	107,0	248,0 +
BRS245 RR – arranquio manual	216,0 +	123,4 +	127,4 +	251,8 +
BRS245 RR – herbicida bentazona	234,2 +	91,4 +	135,6 +	232,4 +
BRS245 RR – herbicida setoxidim	154,0 +	86,2 +	112,0	208,4 +
BRS245 RR – herbicida glifosato	191,8 +	95,8 +	155,8 +	259,6 +

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Médias seguidas do símbolo ‘+’ não diferem significativamente do tratamento adicional, sistema de manejo de plantas daninhas com o herbicida glifosato aplicado sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante, BRS 245 RR, pelo teste de Dunnett a 5% de significância. (<sup>4</sup>) – Sistema de manejo tradicional com os herbicidas bentazona e setoxidim.

#### 2.4.2.2 Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – ninfas

Para o número de ninfas acumuladas de ácaros tetraniquídeos (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*), durante o período de amostragem, não houve interação das cultivares com os sistemas de manejo de plantas daninhas, bem como, não houve diferença significativa entre o número de ninfas observadas entre as duas cultivares de soja (Tabela 2.8). Assim o número de ninfas variou de acordo com os sistemas de manejo de plantas daninhas empregado, de forma idêntica entre as duas cultivares, isto deve-se a semelhança genética entre ambas, uma vez que a cultivar BRS 245 RR é derivada da BRS 133. Desta forma, o sistema de manejo de plantas daninhas foi mais determinante no número de ninfas do que a cultivar de soja, semelhante ao observado, também, para ácaros “ativos”.

O sistema de manejo tradicional foi o que apresentou maior número de ninfas, não diferindo apenas do número de ácaros no sistema de manejo com arranquio manual. O menor número de ninfas foi observado no tratamento sem controle de plantas daninhas, sendo que este não diferiu dos tratamentos com os herbicidas bentazona e setoxidim. A densidade populacional de ninfas respondeu aos sistemas de manejo de plantas daninhas de forma semelhante ao observado para a variável número de ácaros “ativos”.

No entanto, quanto ao número de ninfas no tratamento adicional, este foi um pouco inferior à média geral dos demais tratamentos, mas não diferiu significativamente desta, tanto quando comparados por contrastes ortogonais (Tabela 2.8) como quando pelo teste de Dunnett (Tabela 2.7), não seguindo o mesmo padrão observado para o número de ácaros ativos.

Desta forma, neste experimento, o número de ninfas foi afetado principalmente pelo sistema de manejo de plantas daninhas e o emprego do herbicida glifosato sobre a soja glifosato-tolerante não produziu alterações populacionais significativas.

**Tabela 2.8 – Número acumulado de ninfas de ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, número acumulado entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Manejo de plantas daninhas	Cultivar de soja		Média	
	BRS 245 RR transgênica	BRS 133 convencional		
Sem controle	61,4	90,8	76,1	c <sup>3</sup>
Tradicional (bentazona + setoxidim)	133,6	120,4	127,0	a
Arranquio manual	123,4	107,6	115,5	ab
Herbicida bentazona	91,4	95,6	93,5	bc
Herbicida setoxidim	86,2	102,0	94,1	bc
Média	99,2	A	103,3	A
Herbicida glifosato	95,8 (ns <sup>4</sup> )			

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; as letras maiúsculas comparam as médias na horizontal (cv= 17,14%) e as minúsculas na vertical (cv= 23,46%). (<sup>4</sup>) – Diferença não significativa da comparação do tratamento adicional com todos os demais tratamentos, em ambas cultivares, por contrastes ortogonais a 5% de significância.

#### 2.4.2.3 Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – fêmeas

Para o número acumulado de fêmeas de ácaros tetraniquídeos (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*), durante o período de amostragem, houve interação dos sistemas de manejo de plantas daninhas com as cultivares (Tabela 2.9). Assim os sistemas de manejo de plantas daninhas afetaram diferentemente o número de fêmeas em cada uma das cultivares.

O número de fêmeas diferiu significativamente entre cultivares apenas sob o sistema de manejo com arranquio manual das plantas daninhas, sendo maior na cultivar convencional do que na transgênica glifosato-tolerante. Este resultado está

relacionado, provavelmente, à menor infestação por plantas daninhas ocorrida nos tratamentos com a cultivar convencional (Tabela 2.3).

**Tabela 2.9 – Número acumulado de fêmeas de tetraniquídeos<sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Manejo de plantas daninhas	Cultivar de soja				Média
	BRS 245 RR transgênica		BRS 133 convencional		
Sem controle	122,8	Aa <sup>3</sup>	114,6	Ab	118,7
Tradicional (bentazona + setoxidim)	107,0	Aa	139,6	Aab	123,3
Arranquio manual	127,4	Ba	170,8	Aa	149,1
Herbicida bentazona	135,6	Aa	117,0	Ab	126,3
Herbicida setoxidim	112,0	Aa	107,4	Ab	109,7
Média	121,0		129,9		125,4
Herbicida glifosato	155,8 (sig <sup>4</sup> )				

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; as letras maiúsculas comparam as médias na horizontal (cv= 12,53%) e as minúsculas na vertical (cv= 13,92%). (<sup>4</sup>) – Diferença significativa da comparação do tratamento adicional com todos os demais tratamentos, em ambas cultivares, por contrastes ortogonais a 5% de significância.

Na cultivar transgênica, as médias do número de fêmeas de cada sistema de manejo de plantas daninhas não diferiram significativamente entre si. Por outro lado, na cultivar convencional a maior densidade de fêmeas foi observada no sistema de manejo de plantas daninhas com arranquio manual e este não diferiu apenas do observado no sistema de manejo convencional. Estes resultados mostram que a

densidade de fêmeas segue a mesma tendência da densidade de ninfas de ocorrer maior número de indivíduos nas parcelas com menor taxa de plantas invasoras.

No tratamento adicional, com aplicação do herbicida glifosato sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante, o número de fêmeas foi significativamente maior do que a média de fêmeas nos demais tratamentos, pelo teste de contrastes ortogonais (Tabela 2.9). A comparação de Dunnett (Tabela 2.7) mostrou que o número de fêmeas no tratamento adicional não diferiu apenas do obtido no tratamento com o herbicida bentazona na cultivar transgênica glifosato-tolerante, do sistema de manejo tradicional na cultivar convencional e do sistema de manejo com arranquio manual de plantas daninhas em ambas cultivares, ou seja, daqueles tratamentos que apresentam pequena taxa de infestação por ervas (Tabela 2.3).

#### 2.4.2.4 Número acumulado de ácaros tetraniquídeos – ovos

Para o número de ovos de tetraniquídeos (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*), por amostra não houve interação entre os sistemas de manejo de plantas daninhas e as cultivares de soja. Da mesma forma que para o número de ninfas, para o número de ovos não houve diferença significativa entre as populações observadas entre as cultivar de soja (Tabela 2.10). Já os sistemas de manejo de plantas daninhas alteraram o número de ovos, que foi maior nos tratamentos com os sistemas de manejo tradicional e manual, ou seja, naqueles onde o controle de plantas daninhas foi mais eficiente, os quais diferiram apenas do número de ovos no tratamento sem controle de plantas daninhas.

O número de ovos no tratamento adicional, com o herbicida glifosato aplicado sobre a cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante, foi um pouco inferior ao da média geral do experimento, no entanto, esta diferença não foi significativa, tanto pela comparação por contrastes ortogonais (Tabela 2.10) como pelo teste de Dunnett (Tabela 2.7).

A diferença da proporção de ovos para o número de fêmeas entre alguns tratamentos pode ser devido apenas ao erro experimental, expressado pelo coeficiente de variação, que foi alto para a variável número de ovos. No entanto, esta diferença aponta para a possibilidade de existência de uma taxa diferenciada

de oviposição das fêmeas como resposta aos tratamentos. Vários fatores podem interferir na quantidade de ovos produzidos pela fêmea, sendo que estes agem, comumente, de forma integrada, tornando difícil uma análise detalhada a partir apenas de dados de campo.

**Tabela 2.10 – Número acumulado de ovos de ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> em duas cultivares de soja sob diferentes sistemas de manejo de plantas daninhas, entre os estádios V6 e R6<sup>2</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Manejo de plantas daninhas	Cultivar de soja		Média	
	BRS 245 RR transgênica	BRS 133 convencional		
Sem controle	142,2	137,6	139,9	b <sup>3</sup>
Tradicional (bentazona + setoxidim)	241,0	214,0	227,5	a
Arranquio manual	216,0	265,8	240,9	a
Herbicida bentazona	234,2	153,0	193,6	ab
Herbicida setoxidim	154,0	197,4	175,7	ab
Média	197,5	A	193,6	A
Herbicida glifosato	191,8 (ns <sup>4</sup> )			

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>3</sup>) – Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; as letras maiúsculas comparam as médias na horizontal (cv= 16,01%) e as minúsculas na vertical (cv= 28,25%). (<sup>4</sup>) – Diferença não significativa da comparação do tratamento adicional com todos os demais tratamentos, em ambas cultivares, por contrastes ortogonais a 5% de significância.

#### 2.4.3 Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja

O número de ácaros tetraniquídeos (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*) em soja oscilou de acordo com fatores da cultura, da população de ácaros e

principalmente com fatores do ambiente. Esta reação foi diferenciada para cada fase dos ácaros. Na Figura 2.1 é apresentada a flutuação de ovos, ninfas e fêmeas, “ativos” e total, amostrados durante o período de 27 de janeiro a 28 de março de 2006, equivalente ao intervalo entre os estádios V6 e R6 da soja.

A ocorrência de predadores foi observada apenas na 1ª e na 5ª amostragem realizadas neste experimento, respectivamente, em média de 0,09 e 0,05 ácaros por amostra (76,34cm<sup>2</sup> de área foliar). Assim, no contexto deste experimento, a influência dos predadores na dinâmica populacional dos ácaros-praga foi insignificante. Em levantamentos populacionais é comum observar baixa densidade de predadores em relação as suas presas, como mostram experimentos desenvolvidos em diferentes culturas como pêra, *Pyrus communis* L., (Gotoh & Kubota, 1997), hortêncina (Gotoh & Gomi, 2000) e algodoeiro (Colfer et al., 2004). É possível que as práticas culturais empregadas na cultura tenham sido desfavoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento de ácaros predadores, tanto pela eliminação drástica de possíveis plantas hospedeiras por ocasião da semeadura como pelo emprego de inseticidas para o manejo da lagarta-da-soja após o estágio V9 da soja.

#### 2.4.3.1 Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – “ativos” (ninfas + adultos)

A densidade populacional de ácaros “ativos” (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*) foi baixa no início do período amostrado, aumentou até R4, quando atingiu o pico máximo e caiu nas amostras seguintes (Figura 2.1).

Em média, o número de “ativos” por amostra (76,34cm<sup>2</sup> de área foliar) se manteve menor do que 1,2 indivíduos até o estágio V9 da soja, na segunda amostragem. No estágio R1, terceira amostragem, da soja o número de “ativos” chegou a 4,67, aproximadamente quatro vezes mais do que na amostragem anterior. Nas duas amostragens seguintes o número de “ativos” continuou aumentando, chegando ao máximo de 8,98 ácaros “ativos” por amostra no estágio R4. Em seguida, nas duas últimas amostragens, o número de “ativos” caiu para menos de 3,0 ácaros “ativos” por amostra.

O pico populacional de “ativos” ocorreu no estágio R4 da soja, em 08 de março, e deveu-se principalmente ao aumento do número de ninfas e está associado a condição ambiental de poucas chuvas, baixa umidade relativa do ar e temperaturas ao redor de 30°C. O período que antecedeu esta amostragem foi de poucas chuvas (Figura 2.2), houve apenas um dia com chuva (04 de março), quatro dias antes da amostragem, quando foram registrados 15mm de chuva. Nestes quatro dias precedentes à amostragem a umidade do ar foi decrescente, esteve sempre abaixo de 60% às 15h e chegou a 36% um dia antes da amostragem. Enquanto que as umidades registradas as 9 e 21h ficaram entre 70 e 90%. A temperatura máxima foi crescente entre o dia 04 e o dia 08 de março, subiu de 29,8 para 34,2°C. Esta condição ambiental com período de elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar deve ter favorecido o número de ácaros “ativos”, semelhante ao observado por Klubertanz et al. (1990) em ataque de *Tetranychus urticae* à soja nos Estados Unidos da América.

A soja apresenta boa quantidade de pêlos, principalmente na face inferior da folha, comparada a de outras culturas agrícolas como as do feijão e algodão. Esta característica reduz o efeito negativo da chuva em desalojar os ácaros da folha. Klubertanz et al. (1990) verificaram que a chuva simulada não interferiu significativamente no número de ácaros (*Tetranychus urticae*) por área foliar da soja. Supõe-se que o impacto das gotas sobre as folhas da planta desaloja parte dos ácaros de uma população, no entanto, eles são capazes de se reestabelecer rapidamente.

Chuvas isoladas atuam reduzindo a densidade populacional dos ácaros por um determinado período. A redução na densidade populacional, por sua vez, estimula as fêmeas a aumentarem a taxa de oviposição, o que tem como consequência um repentino aumento da densidade de ácaros (Gerson & Cohen, 1989; Trichilo & Wilson, 1993).

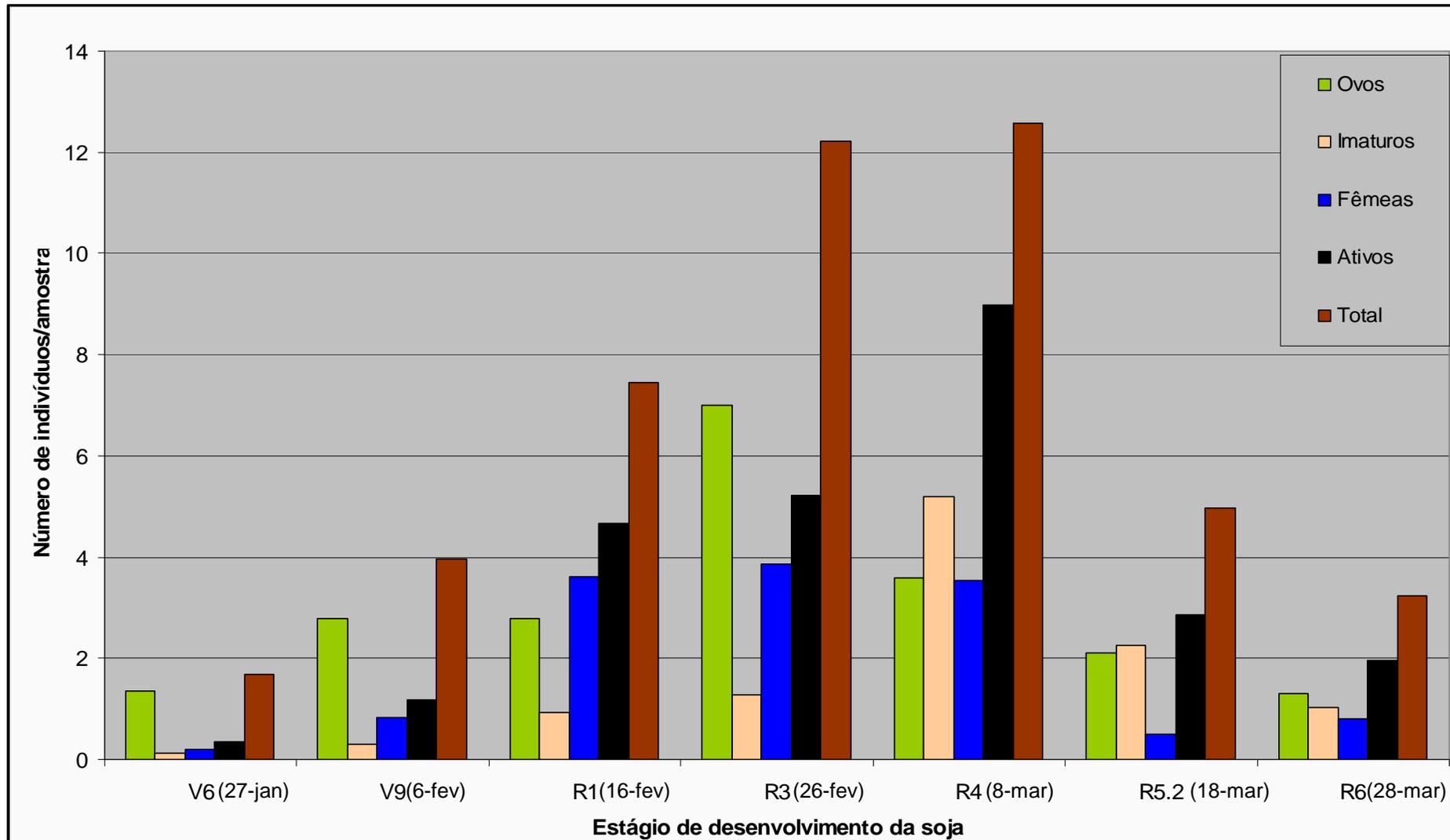
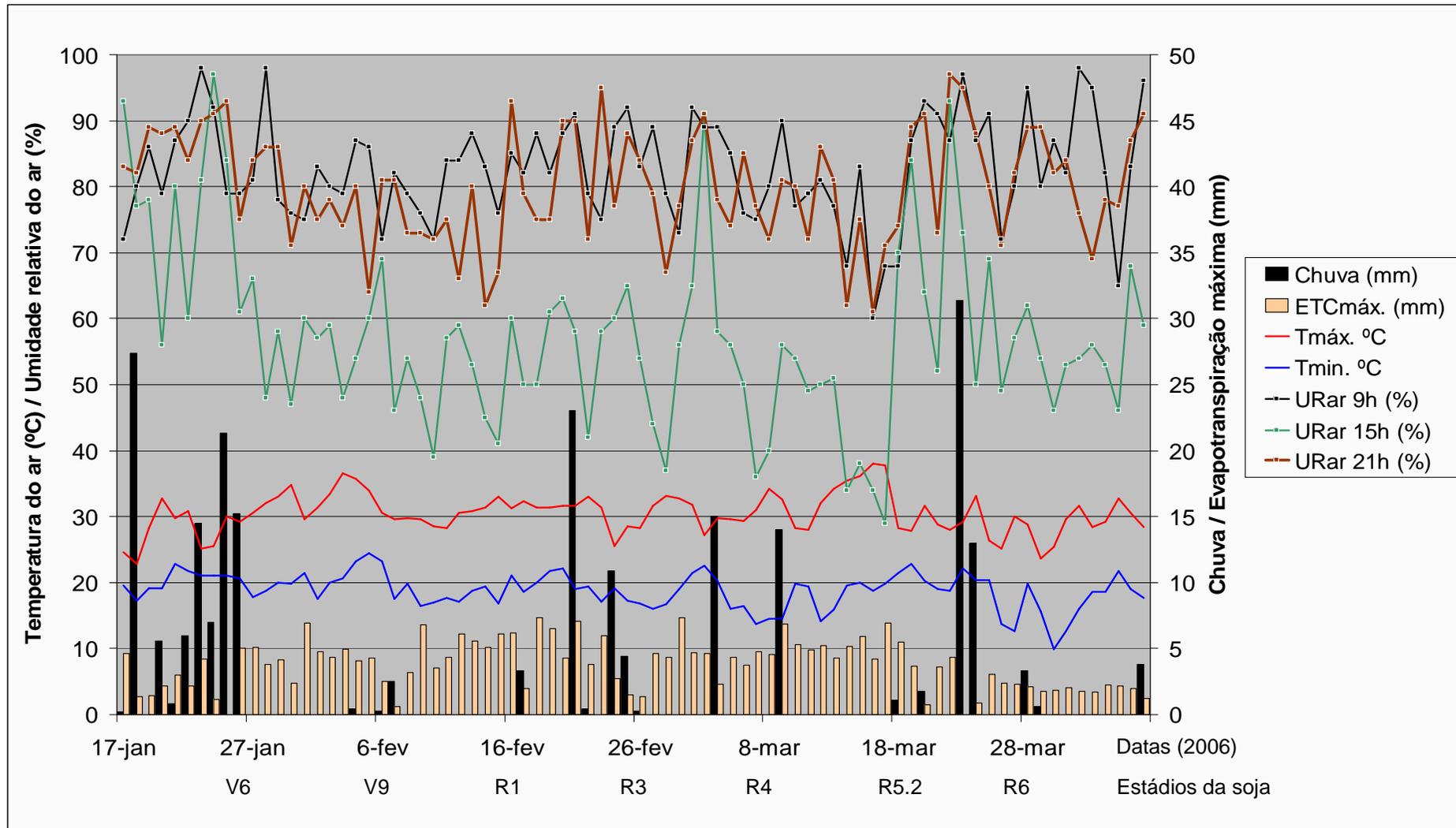


Figura 2.1 – Flutuação populacional de *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* na cultura da soja, entre os estádios V6 e R6 da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06. Amostra de 76,34cm<sup>2</sup> de área foliar de soja.



**Figura 2.2 – Flutuação diária da temperatura (T) e umidade relativa do ar (URar) e da chuva e evapotranspiração máxima (ETCmáx.), no período de 17 de janeiro a 06 de abril de 2006. Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM.**

Desta forma, a queda populacional de ácaros, comumente atribuída à ocorrência de chuvas, parece depender também de eventos associados ao período de chuvoso como, entre outros, a elevação da umidade do ar, a ocorrência de temperaturas amenas, o maior tempo de molhamento foliar e a baixa incidência de radiação solar. Estes fatores podem favorecer a infecção dos ácaros por fungos acaropatogênicos que controlam naturalmente estes artrópodes. Pois, como observado por Klubertanz et al. (1991) em estudo do impacto de epizootias causadas por fungo do gênero *Neozygites* sobre *Tetranychus urticae*, em lavoura de soja, a atividade fúngica é muito dependente das condições ambientais e a doença ocorre em temperaturas amenas e com boa umidade. Elliot et al. (2000) observaram que, em períodos críticos, geralmente de seca, não ocorreu o patógeno *N. floridana* sobre o ácaro da mandioca, *Mononychellus tanajoa*. Assim a chuva que precedeu a amostragem do estágio R4 da soja, em 08 de março, deve ter afetado minimamente o número de ácaros “ativos”, pois foi uma chuva isolada e a umidade relativa do ar, que havia subido, caiu novamente, imediatamente após esta chuva.

Uma análise da variação dos fatores climáticos (Figura 2.2), mostra que o período inicial, entre 27 de janeiro e 6 de fevereiro, correspondente aos estádios V6 a V9 da soja, também foram bastante favoráveis ao desenvolvimento dos ácaros, no entanto, o número de “ativos” observado neste período foi muito pequeno. Isto indica que outros fatores, que não os climáticos, foram limitantes ao aumento da densidade populacional de ácaros “ativos”. Vários fatores podem ter atuado como limitantes à este aumento, no contexto deste experimento o fato que parece ser mais determinante é o de que até o estágio V9 da soja os ácaros estavam em processo de instalação e colonização das plantas. Principalmente, pelo fato de que nos 20 dias que antecederam a primeira amostragem ocorreram chuvas freqüentes e a umidade relativa do ar se manteve elevada (Figura 2.2), desfavorecendo o aumento da densidade populacional dos ácaros.

Entre os estádios V9 e R1 da soja, o número de “ativos” aumentos cerca de quatro vezes, devido principalmente ao aumento do número de fêmeas neste período. Este aumento esteve associado ao período favorável que antecedeu esta amostragem e a sobreposição de fêmeas de diferentes ciclos, na população. Já no estágio R3 da soja, o número de “ativos” deveria ter aumentado em relação à amostragem anterior, no entanto, possivelmente, a ocorrência de chuvas freqüentes e de fatores correlacionados, que favorecem a infecção por fungos

acaropatogênicos, tenha sido o motivo pelo qual o número de “ativos”, fêmeas e ninfas, tenha se mantido. É possível que as ninfas tenham sido os mais afetadas, por estes fatores ambientais, pois, conforme a Figura 2.1, o número de ninfas foi pequeno em R3, em relação a fêmeas e ovos. Esta hipótese baseia-se nos resultados apresentados por Susilo et al. (1994), estes observaram que as ninfas de *Tetranychus urticae* foram mais suscetíveis a infecção pelo fungo acaropatogênico *Neozygites floridana* que os adultos.

Após o pico populacional de “ativos”, no estágio R4 da soja, houve um decréscimo do número de ácaros. Esta queda não esteve relacionada à ocorrência de chuvas ou elevada umidade, uma vez que houve um período de oito dias sem chuva antes da amostragem realizada no estágio R5.2 da soja, contrariando a lógica de serem sempre os períodos de estiagem favoráveis ao desenvolvimento populacional de ácaros. No período anterior ao estágio R5.2 da soja as temperaturas máximas e mínimas subiram atingindo 37,8 e 21,4°C, respectivamente (Figura 2.2). A umidade relativa do ar das 15h chegou a 29% e a umidade relativa das 9 e 21h chegou acerca de 60%. O déficit hídrico ocorrido foi severo, pois desde o início das amostragens, em 27 de janeiro, a chuva registrada foi insuficiente para compensar a evapotranspiração do período, esta que foi crescente no período de 27 de janeiro a 18 de março (Figura 2.2). Estes fatores podem ter prejudicado os ácaros, como observado também por Mellors et al. (1984), Mattson & Haack (1987), e Oloumi-Sadeghi et al. (1998), como a espécie *Tetranychus urticae*.

Estes fatores podem ter afetado o micro-clima local prejudicado a fertilidade da fêmea, viabilidade de ovos e sobrevivência de ninfas. Oloumi-Sadeghi et al. (1998) estudando diferentes níveis de estresse hídrico em soja, em casa de vegetação, observaram que o número de ácaros (*Tetranychus urticae*) foi menor naquelas plantas com maior déficit hídrico, mas este efeito foi significativo apenas para fêmeas e ovos. Mattson & Haack (1987) propõem como explicação a redução do número de ácaros e de afídeos, nos hospedeiros sob estresse hídrico severo: a ocorrência de temperaturas acima da faixa ótima; a baixa pressão de turgor das células foliares e o aumento da viscosidade do conteúdo celular, fatores que dificultam a alimentação dos ácaros.

Se por um lado a elevação da temperatura, dentro da faixa ótima para cada espécie, favorece os ácaros por acelerar o ciclo e permitir um maior número de gerações em menor tempo, por outro, temperaturas extremamente elevadas, como

as ocorridas neste experimento, podem afetar negativamente a fertilidade das fêmeas. Vasconcelos et al. (2004) observaram que a fertilidade das fêmeas de *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard aumentou com a temperatura até 25,5°C e caiu com o aumento desta para 30°C. Já para as espécies *T. tumidus* Banks e *T. evansi* Baker & Pritchard o número de ovos por fêmea aumentou até, respectivamente, 30 e 31°C e caiu drasticamente como aumento de 5°C (Liu & Tsai, 1998; Bonato, 1999). A viabilidade da fase de ovo e ninfal de *T. tumidus* e de *T. pueraricola* Ehara & Gotoh reduziu sob temperaturas acima de 25°C (Liu & Tsai, 1998; Gotoh et al., 2004a).

No presente experimento a queda populacional de “ativos” ocorreu, após o florescimento no início do período de enchimento de grãos. De forma semelhante Gotoh & Gomi (2000), estudando a dinâmica populacional do ácaro *Tetranychus kanzawai* (Kishida) em hortênsia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.), observaram que o pico populacional deste tetraniquídeos ocorreu na primavera e que o número de ácaros caiu drasticamente imediatamente após o florescimento. Estes autores atribuíram estes resultados às substâncias de defesa produzidas pela planta, mais do que a ação de predadores, do que fatores climáticos e do que o processo de senescência da planta, que ocorreu apenas no outono. A ocorrência de resistência induzida, ou seja, a produção de mecanismos químicos de defesa induzida pelo ataque contínuo dos ácaros à planta, foi observada em soja por Brown et al. (1991) e em morangueiro por Fadini et al. (2004), pelo ataque de *T. urticae*.

#### 2.4.3.2 Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – ninfas

A densidade populacional de ninfas de ácaros tetraniquídeos (*Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas*) foi baixa no início do período amostrado, aumentou até R4, quando atingiu o pico máximo e caiu nas amostras seguintes (Figura 2.1).

Em média, o número de ninfas por amostra (76,34cm<sup>2</sup> de área foliar) se manteve menor do que 1,0 indivíduo até o estágio R1 da soja, na terceira amostragem. Em seguida, subiu para 1,27 ninfas, no estágio R3 da soja, e mais que quadruplicou no estágio R4 da soja, quando atingiu 5,18 ninfas por amostra. Nas duas amostragens seguintes, o número de ninfas caiu a uma razão aproximada de

½ a cada amostragem, ficando próximo a uma ninfa por amostra no estágio R6 da soja.

O pico populacional de ninfas no estágio R4 da soja, foi precedido de um período com condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento dos ácaros, houve apenas uma chuva de 15mm, ocorrida quatro dias antes da amostragem, nestes quatro dias precedentes à amostragem a umidade relativa do ar foi decrescente e a temperatura máxima foi crescente (Figura 2.2), como explicado na seção anterior (2.4.4.1) para a população de “ativos”.

Observando os fatores climáticos do período inicial deste levantamento, até 16 de fevereiro, nota-se houve um período bastante favorável ao desenvolvimento dos ácaros, no entanto, o número de ninfas observado até o estágio R1 da soja, foi muito pequeno, contrariando o esperado. Provavelmente, isto deve-se ao fato de que os ácaros estavam em processo de instalação e colonização das plantas.

Após o pico populacional de ninfas, no estágio R4 da soja, houve um decréscimo acentuado do número de ninfas, bem como, de adultos e de ovos (Figura 2.1). Esta redução populacional esteve relacionada a fatores críticos de baixa umidade e elevada temperatura, associada ao déficit hídrico severo das plantas de soja, que podem prejudicar a fertilidade das fêmeas, como discutido na seção anterior (2.4.4.1) para ácaros “ativos”.

#### 2.4.3.3 Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – fêmeas

O número médio de fêmeas por parcela (76,34cm<sup>2</sup> de área foliar) foi pequeno nas primeiras amostragens, nos estádios V6 e V9 da soja foi de cerca de 1,0 fêmea por amostra, aumentando nas amostragens seguintes (Figura 2.1). No estágio R1 da soja chegou a quase 4,0 fêmeas por amostra e praticamente se manteve neste índice, nas duas amostragens seguintes, nos estádios R3 e R4 da soja. Nas duas últimas amostragens, nos estádios R5.2 e R6 da soja, o número caiu para cerca de 1,0 fêmea por amostra.

A comparação do número de ninfas com o número de fêmeas por parcela demonstra que, apenas a partir do estágio R4 da soja, o número de ninfas superou o de fêmeas e que esta diferença foi muito pequena. De forma semelhante, Oloumi-

Sadeghi et al. (1988), em casa de vegetação com a espécie *Tetranychus urticae*, observaram que a razão ninfa/fêmea foi próxima a 1,07, nas folhas superiores da planta de soja. Considerando a elevada fecundidade das fêmeas, cerca de 116 ovos por fêmea de *T. urticae* (Silva et al., 1985), é de se esperar que em uma população o número de descendentes seja maior do que o número de genitores, em uma dada amostragem. No entanto, esta relação pode ser afetada por diferentes fatores, entre eles o tempo de duração da fase de ninfa que é muito menor do que a longevidade da fêmea. Silva et al. (1985) observaram que a duração da fase de ninfa é quatro vezes menor do que a longevidade de fêmeas de *T. urticae*. Assim, o maior número relativo de fêmeas deve-se à sobreposição de indivíduos de um maior número de ciclos comparativamente à fase de ninfa.

O baixo número de fêmeas, nos estádios V6 e V9 da soja deveu-se, provavelmente, às mesmas razões que mantiveram baixo o número de ninfas, ou seja, o período com fatores climáticos desfavoráveis, anterior ao estágio V6 da soja (Figura 2.2), e o processo de colonização dos ácaros nas plantas ainda inicial.

No estágio R1 da soja, o número de fêmeas foi mais de quatro vezes maior do que na amostragem anterior, isto deve-se ao período com condições ambientais favoráveis ao aumento da densidade de ácaros, que antecedeu esta amostragem e a sobreposição de fêmeas de diferentes ciclos, na população. Já entre os estádios R1 e R3 da soja, o número de fêmeas aumentou muito pouco, o mesmo foi observado para o número de ninfas. No entanto, possivelmente, a ocorrência de fatores climáticos favoráveis a infecção por fungos acaropatogênicos, tenha sido o motivo pelo qual o número de fêmeas tenha se mantido.

É possível que entre os estádios R1 e R3 da soja, 16 e 28 de fevereiro, o número de fêmeas tenha oscilado, aumentado no início do período, pela ocorrência de fatores climáticos favoráveis até o dia 20 de fevereiro, e voltado em seguida ao patamar da amostragem anterior, também pela ação dos fatores do ambiente que foram desfavoráveis entre os dias 21 e 25 de fevereiro. Esta hipótese baseia-se na possibilidade de ocorrência de ressurgência, em que as fêmeas aumentam a taxa de oviposição estimuladas por uma redução populacional, e fundamenta-se na maior razão ovo/fêmea observada na amostragem realizada no estágio R3 da soja em relação a amostragem anterior e posterior (Tabela 2.11). A ressurgência provocada, entre outros, pela redução da densidade de indivíduos na população foi discutida por Gerson & Cohen (1989) e observada por Trichilo & Wilson (1993).

No estágio R4 da soja o número de fêmeas, que deveria ter aumentado em relação à amostragem anterior, se manteve próximo a 4,0 indivíduos por parcela (Figura 2.1). É provável que a taxa de reposição de fêmeas tenha sido pequena, em decorrência do pequeno número de ninfas na amostragem anterior.

Na amostragem seguinte, no estágio R5.2 da soja, o número de fêmeas caiu drasticamente, provavelmente, devido aos mesmos fatores que afetaram o número de ninfas, no período que antecedeu esta amostragem.

Na última amostragem, no estágio R6 da soja, o número de fêmeas também foi baixo, pois no período que antecedeu esta amostragem foi de chuvas freqüentes e elevada umidade o que desfavoreceu os ácaros de forma geral.

**Tabela 2.11 – Média de ovos e fêmeas de ácaros tetraniquídeos<sup>1</sup> referente às amostragens realizadas em sete estádios<sup>2</sup> da soja. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Data	Estádio da soja <sup>2</sup>	Ovos	Fêmeas	Ovo/fêmea
27 – jan.	V6	1,35	0,20	6,73
06 – fev.	V9	2,78	0,82	3,40
16 – fev.	R1	2,78	3,62	0,77
28 – fev.	R3	7,00	3,85	1,82
08 – mar.	R4	3,60	3,53	1,02
18 – mar.	R5.2	2,11	0,49	4,30
28 – mar.	R6	1,31	0,80	1,64
Média	-	2,99	1,90	1,57

(<sup>1</sup>) – *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* (Prostigmata: Tetranychidae). (<sup>2</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994).

#### 2.4.3.4 Flutuação populacional de ácaros tetraniquídeos em soja – ovos

O número de ovos por amostra (76,34cm<sup>2</sup> de área foliar) foi pequeno na primeira amostragem, no estágio V6 da soja e aumentou nas duas amostragens

seguintes parcerca de 3,0 ovos por parcela (Figura 2.1). O pico de ovos ocorreu no estágio R3 da soja, quando atingiu em média 7,0 ovos por amostra. O número de ovos por amostra caiu progressivamente nas amostragens seguintes até cerca de 1,0 ovo por amostra no estágio R6 da soja.

Considerando que a viabilidade da fase de ovo, comumente, não é de 100%, é de se esperar que o número de ovos seja maior do que o número de ninfas, como observado nas quatro primeiras amostragens deste experimento (Figura 2.1). No entanto, esta relação pode ser afetada quando a duração da fase de ovo foi menor do que o da fase de ninfa, além de que fatores como temperaturas elevadas podem prejudicar a fecundidade das fêmeas, reduzindo assim o número de ovos produzidos (Liu & Tsai, 1998; Bonato, 1999; Vasconcelos et al. 2004), como pode ter acontecido a partir do estágio R4 da soja.

Da mesma forma, é de se esperar que o número de ovos seja bem superior ao de fêmeas, uma vez que cada fêmea é capaz de produzir vários ovos, cerca de 116 ovos por fêmea de *Tetranychus urticae* em feijoeiro, em condições controladas (Silva et al., 1985). No entanto, no campo, vários fatores podem alterar esta relação como, a idade das fêmeas a densidade populacional de ácaros, a temperatura, a qualidade do alimento e a ação de agentes de controle biológico.

Uma análise comparativa do número de fêmeas nos estádios R1, R3 e R4 da soja com o número de ovos nestes estádios (Figura 2.1 e Tabela 2.11), mostra que o número de fêmeas se manteve quase constante, nestas três amostragens, enquanto que o número de ovos foi consideravelmente maior na amostragem realizada no estágio R3 da soja em relação às amostragens imediatamente anterior e posterior. Isto foi devido, provavelmente, ao fato de que o período que antecedeu a amostragem realizada no estágio R3 da soja foi desfavorável aos ácaros e impediu o aumento da densidade populacional de fêmeas, bem como, de ninfas. Para explicar este aumento do número de ovos supõe-se que entre os estádios R1 e R3 da soja o número de ácaros tenha oscilado, aumentando logo após a amostragem realizada no estágio R1 da soja, em 16 de fevereiro, e caindo a partir de 21 de fevereiro devido às chuvas ocorridas entre 21 e 25 de fevereiro. Esta possível redução da densidade populacional de ácaros e pode ter estimulado a produção de ovos pelas fêmeas, como observado na Tabela 2.11, em que o número de ovos por fêmea nas amostras do estágio R3 da soja é mais do que o dobro do observado na amostra anterior. Este estímulo, em que a taxa de oviposição aumenta em resposta a uma

redução populacional é conhecido como um dos motivos da ressurgência de ácaros tetranychídeos em resposta a ação de inseticidas piretróides, como simulado por Trichilo & Wilson (1993).

A amostragem realizada no estádio R3 da soja, 18 de fevereiro, ocorreu após um período de três dias sem chuva, o que viabilizou a estabilidade do número de fêmeas e possibilitou a elevação da produção de ovos.

## 2.5 Conclusões

1. A densidade populacional de *Mononychellus planki* (McGregor) e de *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker associados à soja é pouco influenciada pelo emprego da cultivar de soja transgênica glifosato-tolerante, BRS 245 RR, em comparação a cultivar não-transgênica, BRS 133.

2. A densidade populacional de *Mononychellus planki* e de *Tetranychus gigas* associados à soja é afetada pela eficiência do sistema de manejo de plantas daninhas, este índice é maior onde há menor quantidade de plantas daninhas e independe do emprego de herbicida.

3. A flutuação populacional de *Mononychellus planki* e *Tetranychus gigas* associados à soja, é influenciada pela temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica e o pico populacional ocorre na fase de início da formação de legumes da cultura.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, R. Mite and thrips populations of soybean varieties of different ripening groups. **Novenyvedelem**, v.36, p.583-589, 2000.

ALI, N.A. Soyabean leaf aging influencing the preference and non-preference to *Tetranychus urticae* (Koch), with reference to certain cultivars. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v.30, p.91-96, 1999.

ARIMURA, G. et al. Plant-plant interactions mediated by volatiles emitted from plants infested by spider mites. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.29, n.10, p.1049-1061, 2001.

BAKER, E.W.; TUTTLE, D. M. **A guide to the spider mites (Tetranychidae) of the United States**. Indira Publishing House, 1994. 347p.

BEERS, E.H. et al. Role of neonicotinyl insecticides in Washington apple integrated pest management. Part II. Nontarget effects on integrated mite control. **Journal of Insect Science**. 10p. 2005. *On line*: [insectscience.org/5.16](http://insectscience.org/5.16)

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1992. cap.1, p.11-24.

BOLLAND, H.H.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C.H.W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden: Brill, 1998. 392p.

BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, v.23, n.1, p.11-19, 1999.

BOOM, C. E. M. van den; BEEK, T. A. van; DICKE, M. Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **Journal of Applied Entomology**, v.127, n.3, p.177-183, 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 453p.

BOWIE, M.H. et al. Sublethal effects of esfenvalerate residues on pyrethroid resistant *Typhlodromus pyri* (Acari : Phytoseiidae) and its prey *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari : Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, v.25, n.4, p.311-319, 2001.

BRASIL. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Agronegócio Brasileiro**: desempenho do comercio exterior. 2. ed. Brasília: MAPA/SRIA/DPIA/CGOE, 2006. 116 p.

BRAUN, A. R. et al. Relative toxicity of permethrin to *Mononychellus progresivus* Doreste and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their predators *Amblyseius limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) and *Oligota minuta* Cameron (Coleoptera: Staphylinidae): bioassays and field validation. **Environmental Entomology**, v.16, n.2, p.545-550, 1987.

BROUFAS, G.D.; KOVEOS, D.S. Development, survival and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari, Phytoseiidae) at different constant temperatures. **Experimental and Applied Acarology**, v.25, n.6, p.441-460, 2001.

BROWN, G.C. et al. Inducible resistance of soybean (var. "Williams") to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Journal of the Kansas Entomological Society**, n.64, p.388-393, 1991.

BUCKELEW, L.D. et al. Effects of weed management systems on canopy insects in herbicide-resistant soybeans. **Journal of economic entomology**, v.93, n.5, p.1437-1443, 2000.

BURIOL, G.A. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrerem no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.10, (supl.) p.1-141, 1980.

CARLSON, E.C. Spider mites on soybeans - injury and control. **California Agriculture**, v.23, p.16-18, 1969.

CHILDERS, C.C.; ABOUT-SETTA, M.M. Yield reduction in Tahiti lime from *Panonychus citri* feeding injury following different pesticide treatment regimes and impact on the associated predacious mites. **Experimental and Applied Acarology**, v.23, p.771-783, 1999.

COLFER, R.G. et al. Evaluation of large-scale releases of western predatory mite for spider mite control in cotton. **Biological Control**, n.30, p.1-10, 2004.

CRIA. **SpeciesLink, dados e ferramentas**. Campinas: Centro de Referência em Informação Ambiental, 2001. Disponível em: <<http://splink.cria.org.br/tools?criaLANG=pt>>. Acesso em: 28 ago. 2006.

CROOKER, A. Embryonic and juvenile development. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mite: their biology, natural enemies and control**. v.1. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 49-163.

CRUICKSHANK, R.H. Molecular markers for the phylogenetics of mites and ticks. **Systematic & Applied Acarology**, v.7, p.3-14, 2002.

DANESHVAR, H.; ABAIL, M.G. Efficient control of *Tetranychus turkestanii* on cotton, soybean and bean by *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae) in pest foci. **Applied Entomology and Phytopathology**, v.61, p.22-24, 1994.

DELALIBERA Jr., I. et al. Temporal variability and progression of *Neozygites* sp. (Zygomycetes: Entomophthorales) in populations of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.3, p. 523-535, 2000.

ELDEN, T.C. Influence of soybean lines isogenic for pubescence type on twospotted spider mite (Acarina: Tetranychidae) development and feeding damage. **Journal of Entomological Science**. v.32, p.296-302, 1997.

ELDEN, T.C. Laboratory screening techniques for evaluation of soybean germplasm for resistance to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Journal of Entomological Science**, v.34, p.132-143, 1999.

ELLIOT, S.L. et al. Potential of the mite-pathogenic fungus *Neozygites floridana* (Entomophthorales: Neozygiteaceae) for control of the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.90, n.3, p.191-200, 2000.

ELLIOT, S.L.; MORAES, G.J. DE; MUMFORD, J.D. Importance of ambient saturation deficits in an epizootic of the fungus *Neozygites floridana* in cassava green mites (*Mononychellus tanajoa*). **Experimental and Applied Acarology**, v.27, p.11-25, 2002.

EMBRAPA Trigo. 2000. **Embrapa Trigo alerta produtores de soja: ocorrência de ácaros no Rio Grande do Sul preocupa produtores**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. (Notícia n. 12/2000). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/not0012.htm>>. Acesso em: 27 fev. 2003.

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

EVANS, G.O. **Principles of acarology**. Wallingford: CAB International, 1992. 563p.

FADINI, M.A.M. et al. Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro? **Neotropical Entomology**, n.33, v.3, p.293-297, 2004.

FERLA, N.J.; MORAES G.J. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.4, p.649-654, 1998.

FERLA, N.J.; MORAES G.J. Ácaros predadores (Acari) em plantas nativas e cultivadas do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.19, n.4, p.1011-1031, 2002.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Nobel, 1972. 150p.

FLECHTMANN, C.H.W. Ácaros fitófagos associados a plantas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.3, p.171-172, 1968.

FLECHTMANN, C.H.W. Introdução á família Tarsonemidae Kramer, 1877 (Acarina) no Estado de São Paulo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 24, p.265-272, 1967.

FOLONI, L.L. et al. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, n.3, p.47-58, 2005.

GERSON, U.; COHEN, E. Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. **Environmental and Applied Acarology**, v.6, n.1, p.29-46, 1989.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539p.

GOTOH, T. et al. Developmental and reproductive performance of *Tetranychus pueraricola* Ehara and Gotoh (Acari: Tetranychidae) at four constant temperatures. **Applied Entomology and Zoology**, v.39, n.4, p.675-682, 2004a.

GOTOH, T.; YAMAGUCHI, K.; MORI, K. Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae), **Experimental and Applied Acarology**, v.32, n.1-2, p.15-30, 2004b.

GOTOH, T.; GOMI, K. Population dynamics of *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) on hydrangea. **Experimental and Applied Acarology**, v.24, n.5-6, p.337-350, 2000.

GOTOH, T.; KUBOTA, M. Population dynamics of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychus) in Japanese pear orchards. **Experimental and Applied Acarology**, v.21, n.6-7, p. 343-356, 1997.

GROUT, T.G.; RICHARDS, G.I.; STEPHEN, P.R. Further non-target effects of citrus pesticides on *Euseius addoensis* and *Euseius citri* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.21, p. 171-177, 1997.

GUEDES, J.V.C. et al. Ácaros fitófagos e predadores associados a soja no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004. p. 170.

GUPTA, S.K. Contribution to our knowledge of tetranychid mites (Acarina) with descriptions of three new species from India. **Oriental Insects**, v.10, p.327-351, 1976

HERRON, G.A.; ROPHAIL, J.; WILSON, L.J. The development of bifenthrin resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. **Experimental and Applied Acarology**, v.25, n.4, p.301-310, 2001.

HITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science And Technology Cooperative Extension Service. 1994. (Special Report, 53.)

HODA, F.M. et al. Effect of some acaricides on the number of spider mites infesting soybean plants in lower and upper Egypt. **Bulletin of the Entomological Society to Egypt**, Economic Series, v.15, p.253-262, 1986.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p.

INRA. **Spider mite web**. Montpellier: Institut National de la Recherche Agronomique, 2006. Disponível em: <<http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/>>. Acesso em: 01 fev. 2006.

JAMES, D.G. Toxicity of imidacloprid to *Galendromus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) from hops in Washington State, USA. **Experimental and Applied Acarology**, v.31, p275-281, 2003.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California Press, 1975. 614p.

KENNEDY, G.G; SMITLEY, D.R. Dispersal. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mite: their biology, natural enemies and control**. v.1. Amsterdam: Elsevier, 1985. cap.1.4.2., p.233-242.

KLUBERTANZ, T.H.; PEDIGO, L.P.; CARLSON, R. Effects of plant moisture stress and rainfall on population dynamics of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, v.19, n.6, p.1773-1779, 1990.

KLUBERTANZ, T.H.; PEDIGO, L.P.; CARLSON, R. Impact of fungal epizootics on the biology and management of the Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) in soybean. **Environmental Entomology**, v.20, n.2, p.731-735, 1991.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja - I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LEITE, G.L.D. et al. Factors affecting mite herbivory on eggplants in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.31, n.3-4, 2003.

LINK, D.; LINK, F.M.; LINK, H.M. Incidência do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, (Acarina: Tetranychidae) em lavouras de soja, safra 1998/99. In: Reunião da pesquisa de soja da região sul, 27., 1999, Chapecó. Anais... Chapecó: EPAGRI, 1999, p.89.

LIU, Y.H.; TSAI, J.H. Development, survivorship, and reproduction of *Tetranychus tumidus* Banks (Acarina: Tetranychidae) in relation to temperature. **International Journal Acarology**, v.24, n.3, p.245-252, 1998.

LOFEGO, A.C. **Caracterização morfológica e distribuição geográfica das espécies de amblyseiinae (Acari: Phytoseiidae) no Brasil**. 1998. 167p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MATTSON, W.J.; HAACK, R.A. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. **Bioscience**, v.37, n.2, p.110-118, 1987.

MEYER, M.K.P.S. **A revision of the Tetranychidae of Africa (Acari):** with a key to the genera of the world. n. 36. Pretoria: Entomology Memoir, Department of Agricultural Technical Services, Republic of South Africa, 1974. 291p.

MELLORS, W.K.; ALLEGRO, A.; HSU, A. Effects of carbofuran and water stress on growth of soybean plants and twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) populations under greenhouse conditions. **Environmental Entomology**, v.13, n.2, p.561-567, 1984.

MORAES, G.J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J.R. (ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 14, p.351-365.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 46p.

MOURÃO, S.A. et al. Seletividade de defensivos agrícolas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p.103-106, 2003.

NAVAJAS, M.; FENTON, B. The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. **Experimental and Applied Acarology**, v.24, p.751-774, 2000.

NAVIA, D.; FLECHTMANN, C.H.W. Rediscovery and redescription of *Tetranychus gigas* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae). **Zootaxa**, v.547, p.1-8, 2004.

OLOUMI-SADEGHI, H. et al. Effect of water stress on abundance of twospotted spider mite on soybeans under greenhouse conditions. **Experimental and Applied Acarology**, n.48, p.85-90, 1988.

PEDIGO, L.P.; LEWIS, L.C.; MORJAN, W. **Ecological impact of herbicides associated with transgenic soybeans on spider mites**. Ames: Leopold Center, Iowa State University, v.11, p.36-38, 2002. Disponível em: <[http://www.leopold.iastate.edu/research/grants/2002/2000-41\\_Transgenics\\_&\\_Mites\\_\[\\_Biocontrol\\_IPM\\_\]](http://www.leopold.iastate.edu/research/grants/2002/2000-41_Transgenics_&_Mites_[_Biocontrol_IPM_]).pdf>. Acesso em: 14 nov. 2006.

PIRES, F.R. et al. potencial competitivo de cultivares de soja em relação às plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 23, n.4, p. 575-581, 2005

POLETTI, M. **Variabilidade inter e intraespecífica na suscetibilidade de ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) a dicofol e deltametrina em citrus**. 2002. 78 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

PRISCHMANN, D. A. et al. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. **Biological Control**, v.33, n.3, p.324-334, 2005.

PRISCHMANN, D. A.; JAMES, D. G. Phytoseiidae (Acari) on unsprayed vegetation in Southcentral Washington implications for biological control of spider mites on wine grapes. **International Journal of Acarology**, v.29. p.279–287, 2003.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E.W. **A revision of the spider mite family Tetranychidae**. v.2. San Francisco: Pacific Coast Entomological Society, 1955. 472p.

REIS, P.R. et al. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.2, p.265-274, 1998.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237 p. (versão online)

RITA, A.; LAJOS, N. Changes in the numbers of the common mite (*Tetranychus urticae*) and the rapacious mite species (Phytoseiidae) on soy beans of different maturity groups. **Acta Agronomica Ovariensis**, v.43, p.49-60, 2001.

RIZZARDI, M.A. et al. Previsão da perda de rendimento de grãos de soja causada pela infestação de plantas daninhas utilizando variáveis foliares relativas. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.45-54, 2003.

ROGGIA, S. et al. Ácaros-praga em soja transgênica submetida a diferentes manejos de plantas daninhas. In: Simpósio Brasileiro de Acarologia, 1., Viçosa, MG, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p.243.

ROGGIA, S. et al. Ocorrência de ácaros fitófagos na soja no Rio Grande do Sul na safra 2002/03. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004. p.169.

SATO, M.E. et al. Effect of insecticides and fungicides on the interaction between members of the mite families Phytoseiidae and Stigmaeidae on citrus. **Experimental and Applied Acarology**, v.25, n.10-11, p.809-818, 2001.

SATO, M.E. et al. Toxicidade Diferencial de Agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Morangueiro, **Neotropical Entomology**, v.31, n.3, p.449-456, 2002.

SHABALTA, O.M.; NGUEN, T.C.; SHIRINYAN, O.M. Injuriousness of spider mite to soybean in relation to the mineral nutrition of the plants. **Agrokhimiya**, v.8, p.125-126, 1992.

SHANKS, C.H.; ANTONELLI, A.L.; CONGDON, B.D. Effect of pesticides on twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) populations on red raspberries in western Washington. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.38, p.159-165, 1992.

SILVA, M.A.; PARRA, J.R.P.; CHIAVEGATO, L.G. Biologia comparada de *Tetranychus urticae* em cultivos de algodoeiro: ciclo biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.7, p.741-748, 1985.

SILVA, M.T.B. da. Manejo de insetos nas culturas do milho e da soja. In: GUEDES, J.V.C.; COSTA, I.D. da; CASTIGLIONI, E. **Bases técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. cap.12, p.169-200.

SINGH, O.P. Assessment of losses to soybean by red spider mite in Madhya Pradesh. **Agricultural Science Digest**, v.8, n.3, p.129-130, 1988.

SOSA-GOMÉZ, D.R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 66p.

SKIRVIN, D.J.; FENLON, J.S. The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.31, n.1-2, p.37-49, 2003.

STORCK, L. et al. **Procedimento de análise e interpretação de experimentos usando o pacote estatístico NTIA/Embrapa**. Santa Maria: UFSM/CCR/Departamento de Fitotecnia, 2002. 136p.

SUSILO, F.X.; NORDIN, G.L.; BROWN, G.C. Age-specific and inter-sexual susceptibility of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, to *Neozygites floridana* Weiser and Muma. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.67, n.3, p.293-296, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TRICHILO, P.J.; WILSON, L.T. An ecosystem analysis of spider mite outbreaks: physiological stimulation or natural enemy suppression. **Journal Experimental and Applied Acarology**, v.17, n.4, p. 291-314, 1993.

TUTTLE, D.M.; BAKER, E.W.; ABATIELLO, M. Spider mites from northwestern and north central Mexico (Acarina: Tetranychidae). **Smithsonian Contributions to Zoology**, v.171, p.1-18, 1974.

VASCONCELOS, G.J.N. et al. Efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento e reprodução de *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) em bananeira *Musa* sp. cv. Prata. **Neotropical Entomology**, v.33, n.2, p.149-154, 2004.

WALKER, J.T.S. et al. Investigating the impact of protectant fungicides on integrated mite control: II results of three field experiments. In: New Zealand Weed and Pest Control Conference, 42., 1989, New Plymouth. **Proceeding...** New Plymouth: New Zealand Plant Protection Society, 1989. p.152-158.

WILLIAMS, M.E.C. et al. Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.32, n.1-2, p.1-13, 2004.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A – Espécie, família botânica e frequência de plantas daninhas em soja em avaliação realizada no estádio R4<sup>1</sup> da cultura. Santa Maria, RS. Safra agrícola 2005/06.**

Nome comum	Espécie	Família	Frequência (%) <sup>2</sup>
Corriola	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	54,55
Guanxuma	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	52,73
Gervão	<i>Verbena litoralis</i> H.B.K.	Verbenaceae	29,09
Mata-campo	<i>Vernonia</i> sp.	Asteraceae	18,18
Joá-bravo	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Solanaceae	14,55
Maria-pretinha	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	14,55
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	10,91
Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch.	Poaceae	10,91
Mata-campo	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Asteraceae	9,09
Poaia-branca	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	9,09
Picão	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	3,64
Erva-de-bicho	<i>Polygonum persicaria</i> L.	Polygonaceae	3,64
Losna, artemísia	<i>Artemisia verlotorum</i> Lamote	Asteraceae	1,82
Couve-cravinho	<i>Porophyllum ruderale</i> Jacq. Cass.	Asteraceae	1,82
Vassoura	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	1,82
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	1,82
Junquinho	<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	1,82
Guanxuma	<i>Sida spinosa</i> L.	Malvaceae	1,82
Carrapichão	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Malvaceae	1,82
Milhã	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	1,82
Capim-hemártria	<i>Hemarthria altissima</i> (Poir.) Stapf & C.E. Hubb.	Poaceae	1,82
Rabo-de-burro	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae	1,82
Bucho-de-rã	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	1,82

(<sup>1</sup>) – Escala de Hitchie et al. (1994). (<sup>2</sup>) – Frequência de plantas daninhas, referente ao número relativo de parcelas com a respectiva planta daninha.

## **ANEXOS**

**ANEXO A – Localização dos municípios amostrados, no experimento de levantamento de espécies.**

<b>Município</b>	<b>Altitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Região fisiográfica do Rio Grande do Sul</b>
Alegrete	102	-55,7919	-29,7831	Depressão Central
Barra Funda	385	-53,0392	-27,9231	Planalto Médio
Caçapava do Sul	444	-53,4914	-30,5122	Serra do Sudeste
Cacequi	103	-54,8250	-29,8836	Depressão Central
Cachoeira do Sul	68	-52,8939	-30,0392	Serra do Sudeste
Caiçara	583	-53,4322	-27,2744	Alto Vale do Uruguai
Campos Borges	513	-52,9986	-28,8861	Planalto Médio
Candelária	57	-52,7889	-29,6692	Depressão Central
Condor	451	-53,4872	-28,2078	Missões
Cruz Alta	452	-53,6064	-28,6386	Planalto Médio
Espumoso	357	-52,8497	-28,7247	Planalto Médio
Formigueiro	129	-53,4992	-30,0003	Serra do Sudeste
Itaára	425	-53,7647	-29,6097	Depressão Central
Jari	441	-54,2239	-29,2914	Depressão Central
Júlio de Castilhos	513	-53,6817	-29,2269	Depressão Central
Não-Me-Toque	514	-52,8208	-28,4592	Planalto Médio
Nonoai	584	-52,7714	-27,3617	Alto Vale do Uruguai
Panambi	418	-53,5017	-28,2925	Planalto Médio
Restinga Seca	49	-53,375	-29,8133	Depressão Central
Rosário do Sul	125	-54,9142	-30,2583	Campanha
Santa Maria - UFSM	95	-53,8069	-29,6842	Depressão Central
São Pedro do Sul	173	-54,1789	-29,6206	Depressão Central
São Sepé	85	-53,5653	-30,1606	Serra do Sudeste
Selbach	404	-52,9525	-28,6286	Planalto Médio
Silveira Martins	431	-53,5856	-29,6425	Depressão Central
Victor Graeff	411	-52,7483	-28,5603	Planalto Médio
Vila Nova do Sul	267	-53,8828	-30,3439	Campanha

## ANEXO B – Descrição dos estádios da soja

---

### I Fase Vegetativa

- VC Da emergência a cotilédones abertos.
- V1 Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.
- V2 Segundo nó; primeiro trifólio aberto.
- V3 Terceiro nó, segundo trifólio aberto.
- Vn Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.

---

### II Fase Reprodutiva (observação na haste principal)

- R1 Início da floração até 50% das plantas com uma flor.
- R2 Floração plena. Maioria dos racemos com flores abertas.
- R3 Final da floração. Vagens com até 1,5 cm de comprimento.
- R4 Maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.
- R5.1 Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação.
- R5.2 Maioria das vagens com granação de 10 a 25%.
- R5.3 Maioria das vagens entre 25 e 50% de granação.
- R5.4 Maioria das vagens entre 50 e 75% de granação.
- R5.5 Maioria das vagens entre 75 e 100% de granação.
- R6 Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
- R7.1 Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens.
- R7.2 Entre 51 e 75% de folhas e vagens amarelas.
- R7.3 Mais de 76% de folhas e vagens amarelas.
- R8.1 Início a 50% de desfolha.
- R8.2 Mais de 50% de desfolha pré-colheita.
- R9 Ponto de maturação de colheita.

---

Fonte: Hitchie, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science And Technology Cooperative Extension Service. Special Report, 53, mar. 1994. (Adaptado por J. T. Yorinori (1996)).