

MESTRADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**BIOECOLOGIA DE ÁCAROS DA CULTURA DA SOJA E
INFLUÊNCIA DA TRANSGENIA**

Maicon Toldi

Lajeado, dezembro de 2015.

Maicon Toldi

**BIOECOLOGIA DE ÁCAROS DA CULTURA DA SOJA E
INFLUÊNCIA DA TRANSGENIA**

Dissertação apresentada à banca de defesa do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, em nível de Mestrado, do Centro Universitário UNIVATES, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre, na linha de pesquisa de Tecnologia e Ambiente.

Orientador: Noeli Juarez Ferla
Coorientadora: Liana Johann

Lajeado, dezembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, Dr. Noeli Juarez Ferla e Coorientadora Dra. Liana Johann, pela disponibilidade, comprometimento, auxílio para viabilizar este trabalho e valiosa contribuição.

À minha família e amigos, pelo companheirismo, incentivo, apoio, paciência e compreensão.

Aos colegas do Laboratório de Acarologia pelas trocas de experiências. Em especial as minhas colegas diretas de trabalho, Priscila de Andrade Rode e Marliza Beatris Reichert.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

RESUMO

As cultivares geneticamente modificadas alteram o manejo da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill: Fabaceae). O aumento no uso de agroquímicos decorrentes do plantio de transgênicos é exemplo de prática que coloca em cheque o futuro dos solos e biodiversidade. Dentre as espécies de ácaros fitófagos que causam danos à cultura destacam-se *Mononychellus planki* McGregor e *Tetranychus ludeni* Zacher. O *Caliothrips phaseoli* Hood (Thysanoptera: Thripidae) também pode atingir nível de praga nestas plantações. Estes ácaros e inseto se alimentam das folhas da soja causando clorose e perda na produção de grãos. *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) é utilizado no controle de populações de ácaros praga em culturas agrícolas, porém não são conhecidos seus parâmetros biológicos quando alimentados com *M. planki* e *C. phaseoli*. O objetivo deste trabalho foi conhecer os parâmetros biológicos de *N. californicus* quando alimentado de *M. planki*, *T. ludeni* e *C. phaseoli* sobre folhas de soja nas condições de laboratório e avaliar a influência da transgenia sobre o ciclo biológico de *T. ludeni*. Os ácaros foram coletados em plantações de soja da cidade de Lajeado - RS. No estudo com o predador foram utilizados ovos individualizados em arenas com *M. planki*, *T. ludeni* e *C. phaseoli* como alimento. Foram realizados estudos observando o desenvolvimento e reprodução de *T. ludeni* sobre soja convencional Fundacef 44, RR Nideira 5909, resistente ao glifosato e BT Rota 54, resistente ao glifosato e ao ataque de lagartas. A viabilidade total de ovo-adulto para o predador se alimentando de *T. ludeni*, *M. planki* e *C. phaseoli* foram 96.66%, 76.67% e 53.33%, respectivamente. O predador não completou seu desenvolvimento sendo alimentado com *C. phaseoli*, pois não houve oviposição. A capacidade de aumentar em número (r_m) foi de 14.46 fêmeas/fêmeas/dias com *T. ludeni* e 13.39 com *M. Planki*. A transgenia na soja não demonstrou interferir na biologia de *T. ludeni*. Esta espécie pode estar em fase de adaptação à cultura, pois teve parâmetros de reprodução menores que o esperado. Os resultados poderão subsidiar trabalhos de controle biológico na soja e outras culturas que apresentarem as mesmas espécies herbívoras em nível de praga. Também contribuir para as discussões acerca do uso de transgênicos.

Palavras chave: Controle biológico, Tetranychidae, *Glycine max* e *Neoseiulus californicus*.

ABSTRACT

The genetically modified cultivars change management culture of soybean, *Glycine max* L. Merri: Fabaceae. The dramatic increase in the use of agrochemicals arising from the planting of GM crops is practical example that puts in check the future of soil and agricultural biodiversity. Among the species of phytophagous mites that cause damage to culture, include *Mononychellus planki* McGregor, *Tetranychus ludeni* Zacher and *Tetranychus urticae* Koch. *Caliothrips phaseoli* Hood (Thysanoptera: Thripidae) is a species of insect that can also reach plague level in these plantations. The species lay their eggs on the leaves of soybeans and feed her causing chlorosis and loss in grain production. *Neoseiulus californicus* McGregor is already used in the control of pest mites in different cultures, but are not known their biological parameters feeding on *M. planki* and *C. phaseoli*. The aim of this study was to evaluate the biological parameters of *N. californicus* feeding on *M. planki*, *T. ludeni* and *C. phaseoli* in soybean leaves and the influence of transgenic on an herbivore, *T. ludeni*. The mites were collected in soy plantations in the city of Lajeado-RS. In the study with the predator, individualized eggs were used in arenas with *M. planki*, *T. ludeni* and *C. phaseoli* as food. Noted the development and reproduction of *T. ludeni* in different soybean cultivars, these being, conventional soybeans Fundacef 44, and of two types of genetically modified soybeans, RR Nideira 5909 glyphosate resistance e BT Rota 54 glyphosate resistant and the attack of caterpillar. The total egg viability-adult for the predator feeding on *T. ludeni*, *M. planki* and *C. phaseoli* was 96.66% respectively, 76.67% and 53.33%. The predator has not completed its development being fed with *C. phaseoli*, do you ovipositou. The ability to increase in number (rm) was 14.46 with *T. ludeni* and 13.39 female/female/day with *M. planki*. The varieties in soybeans has not shown to interfere with the biology of *T. ludeni*. Is species may be in the process of adaptation to the culture, as it had playback parameters smaller than expected. The results may subsidize works of biological control in soybeans and other crops which submit same herbivore species pest level. Also, contribute to discussions about the use of transgenic crops.

Key words: biological control, Tetranychidae, *Glycine max* e *Neoseiulus californicus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fertilidade específica (mx) e sobrevivência (lx) de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de *Tetranychus ludeni* e *Mononychellus planki*, a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$ %.....31

Figura 2: Fertilidade específica (mx) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se de diferentes folhas de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$31

Figura 3: Sobrevivência (lx) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se de diferentes folhas de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Duração média, em dia ($\pm$ EP), dos estádios imaturos de <i>Neoseiulus californicus</i> alimentando-se de <i>Mononychellus planki</i> , <i>Tetranychus ludeni</i> e <i>Caliothrips phaseoli</i> a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$	20
Tabela 2. Fecundidade média ($\pm$ EP) e duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade de <i>Neoseiulus californicus</i> alimentando-se de <i>Mononychellus planki</i> e <i>Tetranychus ludeni</i> , a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$	21
Tabela 3. Duração média de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ) e tempo de duplicação (TD) de <i>Neoseiulus californicus</i> alimentando-se de <i>Mononychellus planki</i> e <i>Tetranychus ludeni</i> , a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$	22
Tabela 4. Duração média de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o), capacidade inata de aumentar em número (r_m), e razão finita de aumento (λ) de <i>Neoseiulus californicus</i> alimentando-se de diferentes presas	24
Tabela 5. Duração média, em dia ($\pm$ EP), dos estádios imaturos de <i>Tetranychus ludeni</i> alimentando-se de diferentes folhas de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$	29
Tabela 6. Fecundidade média ($\pm$ EP) e duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e longevidade de <i>Tetranychus ludeni</i> alimentando-se em cultivares de soja convencional, soja BT e soja RR a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$	30
Tabela 7. Tabela 8. Duração média de fases imaturas, duração de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o) e capacidade inata de aumentar em número (r_m) de <i>Tetranychus ludeni</i> alimentando-se de diferentes plantas	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 A soja e a transgenia.....	13
2.2 Ácaros e insetos na Soja.....	14
2.3 Controle biológico.....	14
2.4 Inimigos naturais.....	14
3. <i>NEOSEIULUS CALIFORNICUS</i> NO CONTROLE DE HERBÍVOROS DA CULTURA DA SOJA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....	16
3.1 Introdução.....	16
3.2 Metodologia.....	18
3.3 Resultados e discussões.....	19
4. BIOLOGIA DE <i>TETRANYCHUS LUDENI</i> SE ALIMENTANDO EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA	26
4.1 Introdução.....	26
4.2 Metodologia.....	27
4.3 Resultados e discussões.....	28
5. REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem aumentando a produção de soja (*Glycine max* L. Merrill, Fabaceae) gradualmente, pois em 1993 foram 22,6 milhões de toneladas e na safra de 2012/2013, cerca de 82 milhões. Atualmente o país é considerado o segundo maior produtor mundial (FAOSTAT, 2015). O estado do Rio Grande do Sul produziu na safra 2012/2013 aproximadamente 15% da produção do país (CONAB, 2015).

Durante todo seu ciclo de desenvolvimento, a cultura da soja é suscetível ao ataque de diferentes herbívoros, que podem atingir o nível de dano econômico. Surto populacionais de ácaros fitófagos ficaram mais frequentes na cultura da soja a partir de 2007, provavelmente pelo uso em excesso de pesticidas (REZENDES et al., 2012). Dentre os ácaros, destacam-se Tetranychidae. Nos últimos 10 anos, algumas espécies acarinas foram reportadas em altas populações na cultura da soja. As espécies encontradas foram *Mononychellus planki* McGregor, *Tetranychus desertorum* Banks, *Tetranychus gigas* Pritchard e Baker, *Polyphagotarsonemus latus* Banks, *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus ludeni* Zacher (GUEDES et al., 2007; ROGGIA et al., 2008; REICHERT et al., 2014). Outro organismo que ao se alimentar do conteúdo plasmático das células foliares da soja causa danos é *Caliothrips phaseoli* Hood (Thripidae). Este deixa manchas prateadas no local que se alimenta (MOREIRA; ARAGÃO, 2009). *Caliothrips phaseoli* também é encontrado causando danos em culturas de feijão, ervilha e cultivos hidropônicos de alface, onde é controlado por um predador nativo, *Orius insidiosus* Say (Anthocoridae) (MENDES; BUENO, 2001; MENDES et al., 2002).

São utilizados agrotóxicos proibidos e de forma inadequada em alimentos no Brasil. Estes agrotóxicos são encontrados em análises de vários tipos de alimentos, colocando em risco a saúde dos consumidores (BRASIL, 2013; PASSOS; DOS REIS, 2013). Na soja, o controle de pragas, em sua maioria, é feito com o uso de agrotóxico. A transgenia possibilitou o surgimento de espécies vegetais espontâneas tolerantes ao glifosato levando ao aumento na aplicação de herbicidas. Nos últimos anos as tecnologias genéticas foram direcionadas a plantas geneticamente modificadas que toleram herbicidas de alta toxicidade, criando um

círculo vicioso. As implicações deste sistema são a elevação dos custos produtivos e a redução da qualidade do produto final, em função da presença de resíduos tóxicos nos grãos colhidos (MELGAREJO et al., 2013). Portanto, se justifica investigar as características biológicas de *T. ludeni* quando alimentado em soja transgênica e convencional, pois este ácaro pode estar sendo prejudicado ou beneficiado pela transgenia ou pelo sistema de manejo.

Predadores são efetivos agentes no controle biológico em várias culturas, pois controlam populações que alcançam o nível de dano econômico. Assim o controle biológico tem um papel importante na agricultura sustentável como estratégia de controle de pragas, substituindo o controle convencional com agrotóxicos (MORAES, 2002). O controle biológico não é amplamente utilizado, pois os predadores nem sempre se adaptam ao ambiente da região onde são liberados (ESCUDERO; FERRAGUT, 2005). O inimigo natural deve estar adaptado às características climáticas, ter alta capacidade de predação e elevada taxa de crescimento populacional. Assim são necessários estudos ecológicos com predadores coletados na região onde serão liberados (WEINTAUB, 2008).

Na cultura da soja, *Neoseiulus californicus* McGregor, *Neoseiulus idaeus* Denmark e Muma, *Neoseiulus anonymus* Chant e Baker, *Proprioseiopsis cannaensis* Muma, *Phytoseiulus macropilis* Banks, *Galendromus annectens* DeLeon, *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, *Proprioseiopsis neotropicus* (Ehara) são ácaros predadores comumente encontrados (REICHERT et al., 2013). *Neoseiulus californicus* é um predador generalista que utiliza fontes alternativas de alimento (MCMURTRY et al., 2013), sendo amplamente estudado no controle de *T. urticae* (GOTOH et al., 2004; LEBDI-GRISA et al., 2004; TOYOSHIMA; HINOMOTO, 2004; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005; CANLAS et al., 2006; RAHMANI et al., 2009; TOLDI et al., 2013). É capaz de sobreviver quando a densidade populacional da presa principal é baixa, buscando alimentar-se de outras espécies ou mesmo realizando canibalismo (MCMURTRY et al., 2013). Estudo realizado por Escudero e Ferragut (2005) cita este predador se alimentando de *Tetranychus turkestanii* Ugarov e Nikolski, *T. ludeni* e *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard. Este predador também pode se alimentar de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) e pólen de mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) (MARAFELI et al., 2014; RAHMANI et al., 2009). *Neoseiulus californicus* foi usado com sucesso em programa de controle biológico aplicado controlando *Panonychus ulmi* Koch (Tetranychidae) em macieira no município de Vacaria,

Rio Grande do Sul, (MONTEIRO, 2002). Porém não são conhecidos os parâmetros biológicos deste predador se alimentando de *M. planki* e *C. phaseoli*.

Assim, este estudo buscou conhecer as características bioecológicas de ácaros predadores da cultura da soja e a influência da transgenia sobre o ciclo de vida de herbívoros, no Estado do Rio Grande do Sul. Foram analisados os parâmetros biológicos de *N. californicus* se alimentando de *M. planki*, *T. ludeni* e *C. phaseoli*. Também foram verificados os parâmetros biológicos de *T. ludeni* em folhas de soja convencional e soja transgênica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A soja e a transgenia

As condições que influenciam o desenvolvimento da soja são as que envolvem variações meteorológicas, como a temperatura, a umidade do solo e o fotoperíodo (PEIXOTO et al., 2000). Outro fator importante é a época de semeadura que varia conforme as condições climáticas do ano e o cultivar da soja. A produtividade da cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Altos rendimentos são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento (MARTINS et al., 1999).

As plantas denominadas transgênicas carregam em seu genoma, a adição de DNA oriundo de uma fonte diferente do germoplasma paternal, um exemplo disto é soja resistente ao herbicida glifosato. Esta tem o acréscimo de um gene que codifica a enzima EPSPS tornando-se tolerante à ação do herbicida (PADGETT, 1995). A soja transgênica é uma realidade nas plantações brasileiras e desde o final dos anos 1990 o plantio vem sendo feito. As controvérsias sobre a soja transgênica no Brasil são discutidas pelos organismos responsáveis pela saúde pública, regulamentação ambiental, Ministério do Meio Ambiente, representantes de grupos de consumidores e outras organizações não governamentais (ALVES, 2004; FUCK; BONACELLI, 2009). O trabalho de Hungria et al. (2014) apresenta melhoria na produção de grãos com o uso de soja transgênica. Porém, Frizzas e Oliveira (2006) alertam que a transgenia pode estar afetando a biodiversidade, pois não se sabe até que ponto ela afetará principalmente a entomofauna e acarofauna que dependem daquelas plantas. Os processos bioquímicos, moleculares e fisiológicos podem ser modificados na transgenia. Bohn (2014) mostra diferenças na composição nutricional entre grãos comercializados de soja transgênica resistente ao glifosato, soja convencional e a orgânica. Identificou mais resíduos químicos na soja transgênica tolerante ao herbicida glifosato.

2.2 Ácaros e insetos na soja

Ácaros pertencem ao filo Artrópodes e à classe Acarina. Apresentam exoesqueleto e pernas articuladas, ausência de segmentação e divisões no corpo. Ocasionalmente se alimentam de pólen e néctar, porém as estratégias de alimentação são mais concentradas em fitófago, parasitas, micófagos, saprófagos e predadores (KRANTZ; WALTER, 2009). Nas lavouras de soja do Brasil têm aumentado os surtos populacionais de ácaros fitófagos nos últimos 10 anos. Existem 44 espécies de ácaros registradas na cultura da soja concentradas em Phytoseiidae, e Tarsonemidae (REZENDE et al., 2012). Segundo estes autores, as espécies são: *Euseius alatus* De Leon, *Galendromus annectens* De Leon, *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Neoseiulus anonymus* Chant & Baker, *Neoseiulus benjamini* Schicha, *N. californicus*, *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma, *Neoseiulus tunus* De Leon, *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, *Phytoseiulus macropilis* Banks, *Proprioseiopsis cannaensis* Muma, *Proprioseiopsis ovatus* Garman, *Typhlodromalus aripo* De Leon, *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, *Galumna glabra* Perez-Inigo & Baggio, *Zygoribatula bonairensis* Willmann, *Zygoribatula translineata* Mahunka, *Catarhinus tricholaenae* Keifer, *Polyphagotarsonemus latus* Banks, *Tarsonemus bilobatus* Suski, *Tarsonemus confusus* Ewing, *Tarsonemus waitei* Banks, *M. planki*, *T. desertorum*, *T. gigas*, *T. ludeni*, *T. urticae*, *Lorryia formosa* Cooreman.

Em várias culturas, os Tetranychidae destacam-se como organismos que alcançam o status de praga (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O trabalho de Bueno et al. (2009) mostrou que *T. urticae* pode diminuir a produção na soja, pois prejudica a fotossíntese. *Tetranychus ludeni* possui maior taxa de sobrevivência em locais com temperaturas superiores a 20°C. Este fator interfere no aumento da taxa de reprodução e fecundidade deste ácaro, que tem potencial para causar danos econômicos em regiões com condições climáticas elevadas (SILVA, 2002). *Mononychellus planki* causa clorose em ambas as faces das nas folhas de soja, que evolui para uma coloração acinzentada. Em ataques severos as folhas ficam com aspecto envelhecido, o que prejudica a atividade fotossintética da folha e afeta a produção de grãos (ROGGIA, 2008). O trabalho de Návia e Flechtmann (2004) encontrou *T. gigas*, principalmente sobre folhas de soja.

Muitas espécies de tripes, por serem herbívoras, podem atacar uma grande variedade de plantas (CAVALLERI, 2011). Há cerca de 10.000 espécies de tripes no mundo, sendo que mais de 700 descritas para o Brasil (MOUND, 2002). Com quase 2.100 espécies conhecidas, Thripidae é uma das maiores famílias dentro de Thysanoptera, muitas delas se

alimentam e vivem em folhas e flores. Causa grandes danos ao tecido vegetal, ocasionando sinais visíveis como o esbranquiçamento das folhas. *Caliothrips phaseoli* pertence à Panchaetothripinae, tem distribuição tropical e subtropical (REYNAUD, 2010). Na soja *C. phaseoli* pode causar necrose total do limbo foliar (LINK et al., 1981). Tem associação a culturas agrícolas brasileiras de Fabaceae como soja, feijão e crotalária (LIMA et al., 2013).

2.3 Controle biológico

A degradação do ambiente combina-se com populações em rápida expansão e leva ao colapso das comunidades. As soluções dos principais problemas ambientais exigem a compreensão que estes são interligados. Temos que repensar nossa maneira de viver diante do planeta, ter uma postura ética. Considerar as relações com a natureza com o outro e consigo mesmo (GUATTARI, 2003). A sustentabilidade do planeta está ameaçada pelo crescente conflito sobre o acesso e uso destrutivo dos recursos naturais. Nos países em desenvolvimento, a extração de recursos e os sistemas produtivos são conduzidos de forma violenta e brutal para atender as nações colonizadoras (BECKER; MIRANDA, 1997).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) monitora as populações de organismos que podem alcançar o nível de praga para aproveitar o controle biológico natural, causando menor impacto sobre o meio ambiente em relação ao uso de agrotóxicos (BUENO et al., 2011). Os trabalhos de Rezende et al. (2014) e Reichert et al. (2014) mostraram que fragmentos conservados de vegetação nativa são abrigos de espécies predadoras de ácaros e podem contribuir para o controle biológico.

O mercado brasileiro de alimentos sem o uso de agrotóxicos vem aumentando, pois o consumidor passou a valorizar atributos como a segurança dos alimentos e sustentabilidade ambiental (MORAES, 2002). A renda na agricultura, em longo prazo, por meio de tecnologias de manejo ecologicamente adequadas aperfeiçoa o sistema como um todo e não apenas o rendimento máximo de um produto específico. Com isso, o controle biológico assume um papel importante na agricultura sustentável como estratégia de controle de pragas, substituindo o controle convencional com agrotóxicos (NICHOLLS; ALTIERI, 2005). Este modelo, menos agressivo ao ambiente tornou-se um desafio para seguirmos rumo à sustentabilidade (CAVALCANTI, 2001).

2.4 Inimigos naturais

Neoseiulus californicus foi o ácaro predador mais abundante associado a videiras no estado do Rio Grande do Sul (FERLA et al., 2011). Este predador apresenta baixa capacidade de reprodução se comparada às espécies do gênero *Phytoseiulus*. Contudo, pode ser mais eficaz do que ácaros do gênero *Phytoseiulus* no controle de *T. urticae* em temperatura média acima de 25 °C (GOTOH et al., 2004). O estudo de Lebdi-Grisa et al., (2004) também mostraram que *N. californicus* apresentou uma taxa de viabilidade ovo-adulto maior a 30 °C do que a 24 °C. A utilização de alimento alternativo e a capacidade de resistir a temperaturas maiores que outras espécies pode fazer com que este predador se mantenha por maior período no ambiente, agindo preventivamente (MCMURTRY et al., 2013; TOLDI et al., 2013). Programas de controle biológico devem considerar a diversidade que pode existir dentro de uma mesma espécie. Ácaros podem apresentar uma grande variabilidade genética e raças especializam-se em ambientes onde permaneçam por um longo período (MAGALHÃES et al., 2007).

Com o aquecimento global, predadores que resistam a temperaturas mais extremas terão vantagens e poderão ser mais utilizados no controle biológico de herbívoros (GOTOH et al., 2015). Outro fator que pode interferir na manutenção dos predadores é a utilização de diferentes agrotóxicos (SILVA; OLIVEIRA, 2007; SIQUEIRA et al., 2012; SATO et al., 2002)

3. PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Neoseiulus californicus* COM DIFERENTES HERBÍVOROS SOBRE FOLHAS DE SOJA TRANSGÊNICA

3.1 Introdução

Com a transgenia da soja surgiram espontaneamente espécies vegetais tolerantes ao glifosato, levando ao aumento da aplicação de herbicidas. As tecnologias genéticas estão direcionadas para plantas geneticamente modificadas que toleram agrotóxicos de alta toxicidade, criando um círculo vicioso. As implicações deste sistema são a elevação dos custos de produção e a redução da qualidade do produto final, com a presença de resíduos tóxicos nos grãos colhidos (MELGAREJO et al., 2013). Porém, a qualidade na agricultura, em longo prazo, através de tecnologias de gestão ambientalmente adequada, que evite o uso de agrotóxicos, melhora o sistema como um todo e não faz apenas o rendimento máximo de um produto específico. Assim, o controle biológico tem uma função importante na estratégia de manejo de pragas (NICHOLLS; ALTIERI, 2005).

A soja (*Glycine max* (L.): Fabaceae) é suscetível ao ataque de insetos e ácaros herbívoros que podem causar danos significativos nas folhas e perdas de produção. Recentemente, algumas espécies Tetranychidae foram relatadas em altas populações nas plantações de soja brasileira: *Mononychellus planki* McGregor, *Tetranychus desertorum* Bancos, *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker, *T. ludeni* Zacher e *T. urticae* Koch (REZENDE et al., 2012; REICHERT et al., 2014).

Tetranychidae estão associados a inúmeras espécies vegetais, alimentando-se de parênquima, extraindo o conteúdo da célula, provocando redução da capacidade fotossintética da planta, afetando produção de grãos (BOLLAND et al., 1998; MORAES e FLECHTMANN, 2008). Os trabalhos de Silva (2002) e Gotoh et al. (2015) demonstram que temperaturas próximas de 30 °C aumentam a taxa de reprodução e fecundidade de *T. ludeni*, levando a importantes danos econômicos em regiões com esse clima. Até o ano de 2008 *M. planki* não havia sido considerado de importância econômica em culturas agrícolas, apesar de sua crescente população (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Porém, atualmente é considerada a espécie mais frequente e abundante na cultura da soja (REZENDE et al., 2012; REICHERT et al., 2014).

Tripes (Thysanoptera: Thripidae) podem ser herbívoros e atacam uma grande variedade de plantas causando dano econômico, enquanto outros ajudam como polinizadores, decompositores e predadores (CAVALLERI et al., 2011). Na soja brasileira, eles são considerados pragas, pois se alimentam do conteúdo de células foliares e florais produzindo manchas prata no local danificado (MOREIRA; ARAGÃO, 2009). *Caliothrips phaseoli* Hood tem uma distribuição tropical e subtropical (REYNAUD, 2010), causando prejuízos econômicos em feijões, ervilhas e culturas hidropônicas (MENDES; BUENO, 2001; MENDES et al., 2002).

Ácaros fitoseídeos do gênero *Neoseiulus* são comumente encontrados na soja (REZENDE et al., 2012; REICHERT et al., 2014). *Neoseiulus anonymus* Chant & Baker, *N. californicus* McGregor e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma são comuns no Estado do Rio Grande do Sul (REICHERT et al., 2014).

Neoseiulus californicus é um predador generalista que utiliza fontes alternativas de alimento. Assim, sobrevive com a densidade populacional da presa principal baixa, quando se alimenta de outras espécies ou pratica canibalismo (MCMURTRY et al., 2013). Os parâmetros biológicos são conhecidos quando alimentado de *Panonychus ulmi* Koch, *T. evansi* Baker & Pritchard, *T. ludeni* e *T. turkestani* Ugarov & Nikolski e *T. urticae* (EL TAJ; JUNG, 2012; MAROUFPOOQR et al., 2013). A maioria dos estudos foram realizados com este predador alimentado com *T. urticae* (GOTOH et al., 2004; LEBDI-GRISA et al., 2004; TOYOSHIMA; HINOMOTO, 2004; CANLAS et al., 2006; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005; RAHMANI et al., 2009; TOLDI et al., 2013). Ele apresenta baixa capacidade reprodutiva em comparação às espécies do gênero *Phytoseiulus*. No entanto, é mais eficaz do que espécies de *Phytoseiulus* em temperaturas acima de 25°C. (GOTOH et al., 2004, LEBDI-GRISSA et al., 2004). O uso de alimento alternativo e sobrevivência em temperaturas maiores de 25°C pode manter este predador por mais tempo no ambiente, atuando de forma preventiva (MCMURTRY et al., 2013; TOLDI et al., 2013).

Rahmani et al. (2009) descreveram os parâmetros biológicos de *N. californicus* se alimentando de *Thrips tabaci* Lindeman. Em testes de controle biológico aplicado foram relatados outros ácaros alimentando-se de Thripidae: *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot de *Scirtothrips dorsalis* Hood (DOGRAMACI et al., 2011), e *Frankliniella occidentalis* Pergande (CHOW et al., 2010; XU; ENKEGAARD, 2009); *Neoseiulus cucumeris*

Oudemans, *Neoseiulus barkeri* Hughes e *Euseius nicholsi* Ehara & Lee do trips *flavidulus* Bagnall (YAO et al., 2014).

Contudo, não são conhecidos os parâmetros biológicos de *N. californicus* alimentado de *M. planki* e *C. phaseoli* nem em folhas de soja transgênica. O objetivo deste estudo foi determinar os parâmetros biológicos de *N. californicus* ao se alimentar de *T. ludeni*, *M. planki* e *C. phaseoli*, em folhas de soja transgênicas nas condições de laboratório.

3.2 Metodologia

Foram utilizados ácaros provenientes de folhas de soja do município de Lajeado, RS, 29°26'38"S e 51°56'44"W. Eles foram alimentados com *T. urticae* e pólen de taboa (*Typha angustifolia*, Typhaceae) em folhas de feijoeiro por um período de dois meses antes do início dos estudos para os predadores se ambientarem.

As criações de manutenção ficaram em estufas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$. Os ácaros fitófagos foram criados em folhas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Os ácaros predadores foram criados sobre folhas de feijoeiro mantidas sobre esponjas umedecidas no interior de bandejas plásticas com água destilada, onde foram alimentados com *T. urticae*. As arenas ficaram cobertas com uma placa de vidro para manter alta a umidade relativa do ar de acordo com o descrito por Toldi et al. (2013). *Caliothrips phaseoli* foi criado e mantido em plantas de feijoeiro em gaiolas com tecido nylon, adaptado do método descrito por Mendes et al. (2002).

Para a biologia foram realizadas quatro observações diárias nas fases imaturas, às 7, 11, 15 e 19 horas. Em cada avaliação foi observado o estágio de desenvolvimento dos ácaros. Na fase adulta, as fêmeas foram mantidas acasaladas com machos obtidos da criação estoque e as avaliações realizadas uma vez ao dia, às 15 h, para verificar o número de ovos postos e a sobrevivência. Os ovos postos foram coletados, com pincel, e transferidos para outras arenas para determinar a razão sexual (número de fêmeas/número total de indivíduos).

No estudo da biologia foram utilizadas arenas de 6 cm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade onde foi colocado no centro um círculo de esponja de 4 cm de diâmetro e 1 cm de espessura circundado com água. Sobre este círculo de esponja foi colocada uma folha de soja com Cola Biostop® na borda para evitar a fuga dos ácaros predadores. As arenas foram mantidas nas mesmas condições ambientais da criação estoque.

A biologia foi realizada com 90 ovos individualizados do predador, em arenas com diferentes presas, sendo 30 para cada alimento. Nas arenas foram adicionados 15 espécimes de diferentes estádios de *T. ludeni*, *M. planki* e *C. phaseoli*, após 24 horas, foram adicionadas três fêmeas/arena de *N. californicus*. Estas fêmeas foram retiradas 4 horas após a introdução, sendo mantido apenas um ovo do ácaro predador por arena.

Os dados coletados foram comparados através do teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, com o uso do programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007). Foram realizados cálculos de tabela de vida conforme Silveira et al. (1976). Foram calculados os valores da taxa líquida de reprodução, ou número de vezes que a população aumenta ($R_0 = \sum mx.lx - mx$: total de ovos/número de fêmeas; lx : espécimes vivos/número total da amostra), duração média de uma geração ($T = mx.lx.x / \sum mx.lx$) e taxa intrínseca de aumento da população ($r_m = \log R_0 / T.0,4343$). As médias comparadas pelo teste t bilateral ($P \leq 0.05$) pelo software SASTM (Sas Institute 2000). As diferenças entre os tratamentos foram determinadas a um nível de significância de $\alpha = 0,05$ (Sas Institute 2000).

3.3 Resultados e discussões

O predador *N. californicus* alimentado de *T. ludeni* teve viabilidade de 96,6% (Tabela 1). A fase mais longa foi a de ovo seguido de deutoninfa, protoninfa e larvas. Em média, o predador teve $5,5 \pm 0,06$ dias para chegar até fase adulta. Alimentando-se de *M. planki*, a viabilidade foi menor na fase de ovo, 86,6 %, seguido por larva, protoninfa e deutoninfa. No total, 76,7% dos predadores atingiram a fase adulta. Com *C. phaseoli* a duração das fases foi como os alimentos anteriores, maior para ovo seguido de deutoninfa, protoninfa e larvas. A viabilidade foi menor na fase deutoninfa, seguido de protoninfa, larva e maior no período de ovo.

Tabela 1. Duração média, em dia ($\pm$ EP), dos estádios imaturos de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de *Mononychellus planki*, *Tetranychus ludeni* e *Caliothrips phaseoli* a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$.

Presa Oferecida	Estádios imaturos				
	Ovo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Ovo - Adulto
<i>Tetranychus ludeni</i>	2.2 $\pm$ 0.04 Aa	0.7 $\pm$ 0.03 Da	1.1 $\pm$ 0.05 Ca	1.4 $\pm$ 0.06 Ba	5.5 $\pm$ 0.06 a
Viabilidade (%)	96.6	100	100	100	96.6
<i>Mononychellus planki</i>	2.1 $\pm$ 0.06 Aa	0.7 $\pm$ 0.04 Ca	1.2 $\pm$ 0.04 Ba	1.1 $\pm$ 0.09 Bab	5.2 $\pm$ 0.08 b
Viabilidade (%)	86.6	92.3	95.8	100	76.6
<i>Caliothrips phaseoli</i>	2.1 $\pm$ 0.03 Aa	0,7 $\pm$ 0,04 Ca	1.0 $\pm$ 0,06 Ba	1.0 $\pm$ 0,06 Bb	4.8 $\pm$ 0,06c
Viabilidade (%)	93.33	92.8	88.4	69.5	53.3

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra maiúscula na linha não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra minúscula na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

A duração das fases de ovos, larvas e protoninfa não diferiram significativamente quando o predador foi alimentado com diferentes presas avaliadas. Já a fase deutoninfa foi mais longa quando *N. californicus* foi alimentado com *T. ludeni* (1,4 $\pm$ 0,06) e menor em *C. phaseoli* (1,0 $\pm$ 0,06). A duração média do ovo-adulto foi maior quando o predador alimentado de *T. ludeni* (5,52 $\pm$ 0,06), seguido pelo *M. planki* (5,27 $\pm$ 0,08) e *C. phaseoli* (4,89 $\pm$ 0,06). A viabilidade de ovo-adulto com *T. ludeni*, *M. planki* e *C. phaseoli* foi 96,7, 76,7 e 53,3 %, respectivamente.

A diferença no tempo de desenvolvimento ocorreu na fase deutoninfa sugerindo diferenças nutricionais a partir desta etapa. Nas primeiras fases o predador pode estar usando reservas nutritivas ou *C. phaseoli* é nutritivo como presa apenas para as primeiras fases.

Esse predador alimentado de *T. urticae* teve a duração do estágio de ovo-adulto semelhante ao obtido neste estudo com *T. ludeni* (Canlas et al., 2006; Toldi et al., 2013). No entanto, Escudero e Ferragut (2005) observaram uma menor duração com *T. ludeni*. A duração de ovo-adulto de *N. californicus* quando alimentado com *C. phaseoli*, neste trabalho, foi semelhante com *T. urticae* (Gotoh et al., 2006; Gotoh et al., 2004). A duração de ovo-adulto foi cerca de 2 vezes maior, que observado neste trabalho, com *N. californicus* alimentado com *Thrips tabaci* (RAHMANI et al., 2009).

Neoseiulus californicus atingiu, na sua maioria, a fase adulta quando alimentada com *C. phaseoli*, mas não colocaram ovos, por isso não foi possível calcular os parâmetros da tabela de vida. Essa presa não é suficientemente nutritiva ou tripes usou de um comportamento antipredador, de acordo com descrito por De Bruijn et al. (2009) e Van Maanen et al. (2015). O tripes inclina o abdome marcando, quimicamente, o predador. Assim podem evitar uma nova aproximação do predador.

A fecundidade média, número de ovos postos por fêmea, foi cerca de 32 ovos/fêmea, não apresentando diferença significativa quando *N. californicus* foi alimentado com *T. ludeni* ou *M. planki* (Tabela 2). O período de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade das fêmeas e machos foram semelhantes com as diferentes presas.

Tabela 2. Fecundidade média ($\pm$ EP) e duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de *Mononychellus planki* e *Tetranychus ludeni*, a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$.

Parâmetros	N	<i>T. ludeni</i>	N	<i>M. planki</i>
Fecundidade	17	32.29 $\pm$ 6.97a	13	32.00 $\pm$ 6.71 ^a
Pré-oviposição	15	2.53 $\pm$ 0.21a	10	2.10 $\pm$ 0.27 ^a
Oviposição	15	15.60 $\pm$ 2.88a	10	17.50 $\pm$ 2.31 ^a
Pós-oviposição	15	15.00 $\pm$ 5.61a	10	11.90 $\pm$ 4.99 ^a
Longevidade da fêmea	17	29.53 $\pm$ 7.53a	13	23.23 $\pm$ 6.23 ^a
Longevidade do macho	12	18.83 $\pm$ 3.87a	10	13.60 $\pm$ 3.20 ^a

N = número de ácaros avaliados

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra na linha não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Majolo e Ferla (2014), trabalhando com o predador *Phytoseiulus macropilis* Banks se alimentando de *M. planki* obtiveram fecundidade de 35 ± 1.94 ovos/fêmea, semelhante ao valor obtido neste trabalho. Em estudo realizado por Canlas et al. 2006, ao alimentarem o predador *N. californicus* com *T. urticae* também obtiveram resultado semelhante 34.73 ± 2.23 ovos/fêmea. Lebdi Grissa et al. (2004) ao alimentarem *N. californicus* a 24 °C com *T. urticae*

obtiveram fecundidade de 30.7 ± 16.5 ovos/fêmea, próxima ao valor obtido neste trabalho com *T. ludeni* e *M. planki* como presa. Escudero e Ferragut (2004), ao alimentarem *N. californicus* com, *T. urticae* e *T. ludeni* obtiveram fecundidade maior que encontrado neste trabalho, 56.67 ± 2.80 e 63.11 ± 3.11 , respectivamente. Toldi et al. (2013), também obtiveram fecundidade média maior, 38.14 ± 5.58 alimentando *N. californicus* com *T. urticae*. Assim como Gotoh et al. (2006) que obteve como resultado 46.67 ± 3.84 .

A razão sexual (fêmeas/machos) da primeira geração do predador quando alimentado com *M. planki* e *T. ludeni* foi 0,71. A duração média de uma geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0) e a capacidade inata para aumentar (r_m) foram iguais para *N. californicus* alimentado com *T. ludeni* do que com *M. planki* (Tabela 3).

Tabela 3. Duração média ($\pm$ EP) de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ) e tempo de duplicação (TD) de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de *Mononychellus planki* e *Tetranychus ludeni*, a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70 \pm 5\%$.

Parâmetros	Alimento	
	<i>T. ludeni</i>	<i>M. planki</i>
T	$14.46 \pm 0.73a$	$13.39 \pm 0.67a$
R_0	$24.67 \pm 4.9a$	$22.45 \pm 3.13a$
r_m	$0.22 \pm 0.01a$	$0.23 \pm 0.01a$
λ	$1.25 \pm 0.01a$	$1.26 \pm 0.01a$
TD	$3.10 \pm 0.15a$	$2.97 \pm 0.12a$

Média seguida de mesma letra na linha não difere estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

A sobrevivência, lx, foi maior com a presa *T. ludeni* do que *M. planki* em todo período de vida de *N. californicus* (Figura 1). O predador com a presa *M. planki* teve um valor inicial maior da fertilidade específica, mx, porém ocorreu um declive mais drástico a partir do 16º comparando com a presa *T. ludeni*.

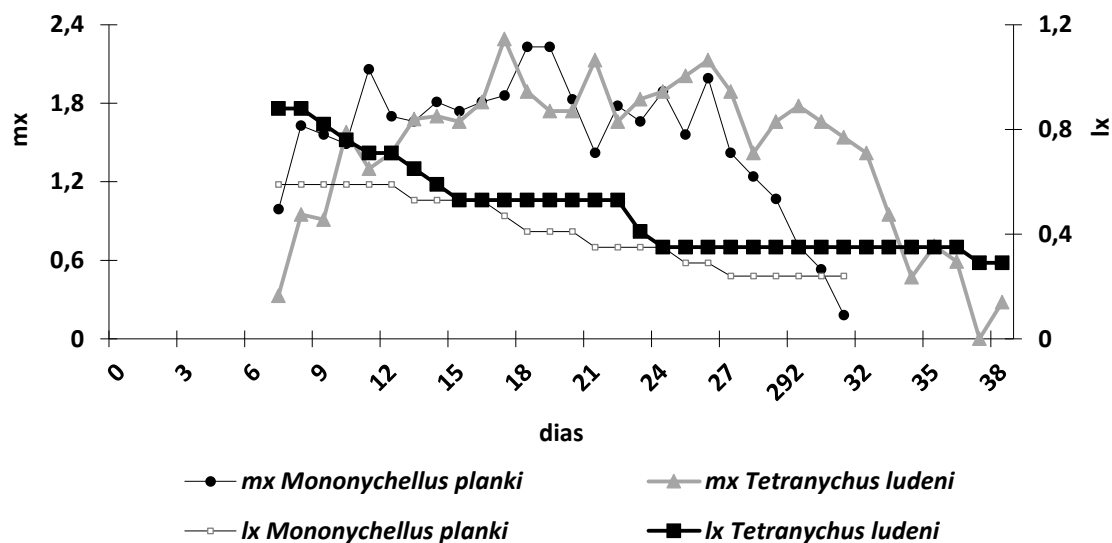


Figura 1: Fertilidade específica (mx) e sobrevivência (lx) de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de *Tetranychus ludeni* e *Mononychellus planki*, a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa $70\pm 5\%$.

A duração média de cada geração (T) deste trabalho é semelhante ao encontrado por Escudero e Ferragut (2005) e Canlas et al. (2006), alimentando o predador com *T. urticae* (Tabela 4). Também foi semelhante o valor encontrado por Rahmani et al. (2009), alimentando o predador com *T. tabaci*, 18.62. Escudero e Ferragut (2005) testaram *N. californicus* como predador de *T. ludeni*, e obtiveram como resultado 16.04, maior que o encontrado neste estudo. Gotoh et al. 2006 obtiveram como resultado 10.70 ao alimentar *N. californicus* com *T. urticae*. Majolo e Ferla (2014), ao utilizarem *M. planki* como presa de *P. macropilis* obtiveram valor semelhante, 14.5 na duração média de cada geração.

Tabela 4. Duração média de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o), capacidade inata de aumentar em número (r_m), e razão finita de aumento (λ) de *Neoseiulus californicus* alimentando-se de diferentes presas.

Experimento em	Presa	R_o	r_m	T	Referências
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	<i>T. urticae</i>	28.58	0.274	15.3	Gotoh et al. (2004)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>T. urticae</i>	22.92	0.209	17.5	Canlas et al. (2006)
Feijoeiro	<i>T. urticae</i>	49.25	0.283	17.46	Escudero e Ferragut (2005)
Feijoeiro	<i>T. ludeni</i>	47.37	0.337	16.04	Escudero e Ferragut (2005)
Maça	<i>P. ulmi</i>	31.64	0.23	14.54	Maroufpoor et al. (2013)
Maça	<i>P. ulmi</i>	49.24	0.25	15.31	El Tag e Jung (2012)
<i>Glycine max.</i>	<i>T. ludeni</i>	24.67	0.22	14.46	Presente estudo
<i>Glycine max.</i>	<i>M. planki</i>	22.45	0.23	13.39	Presente estudo
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>T. tabaci</i>	1.95	0.041	18.62	Rahmani et al. (2009)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>T. urticae</i>	----	0.14-0.18	----	Toyoshima e Hinomoto 2004
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>T. urticae</i>	32.95	0.311	11.23	Gotoh et al. (2006)
Cereja	<i>T. urticae</i>	33.46	0.328	10.70	Gotoh et al. (2006)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>T. urticae</i>	16.26	0.15	19.15	Toldi et al. (2013)

Escudero e Ferragut (2005), testando *N. californicus* com *T. ludeni* obtiveram resultado maior para taxa líquida de reprodução (R_o), 47.37. Alguns trabalhos obtiveram resultados semelhantes quando este predador foi alimentado com *T. urticae*, 22.92 para Canlas et al. (2006), 16.26 para Toldi et al. (2013). Gotoh et al. (2006) ao testar este predador com *T. urticae* obteve como resultado 33.46, em 2004 o autor fez o mesmo teste e obteve 28.6 como resultado. Para Majolo e Ferla (2014), a taxa líquida de reprodução ao alimentar *P. macropilis* com *M. planki* foi 28.00, maior que neste trabalho.

Toldi et al. (2013) e Toyoshima e Hinomoto (2004), ao alimentar *N. californicus* com *T. urticae* obtiveram uma capacidade de aumentar em número (r_m) semelhante a este trabalho de 0.15 e entre 0.14 e 0.18 respectivamente, assim como Gotoh et al. (2004), e Canlas et al. (2006) com 0.217 e 0.209. Escudero e Ferragut (2005) e Gotoh et al. (2006) encontraram 0.337 e 0.328 como resultado, maior do que o obtido nesta pesquisa, utilizando *T. urticae* como presa. Majolo e Ferla (2014) utilizaram *M. planki* como presa de *P. macropilis* e o valor encontrado foi maior, 0.23.

Não existiam estudos sobre os parâmetros biológicos de *N. californicus* em plantas de soja transgênicas nem alimentado de *M. planki* e *C. phaseoli*. O predador teve desenvolvimento completo com *M. planki* e *T. ludeni*. Chegou à fase adulta, mas não ovipositou quando alimentado com *C. phaseoli*. A maior viabilidade de ovo-adulto quando alimentado de *T. ludeni* indicam uma associação mais forte do predador com essa presa. Porém, se alimentando de *M. planki* o predador demonstrou capacidade de reprodução, pois a maioria dos espécimes atingiu a fase adulta e ovipositaram. Já *C. phaseoli* não é um alimento adequado para *N. californicus*, pois nem um espécime observado ovipositou. Assim, tripes poderia ser uma alternativa para o desenvolvimento das fases imaturas.

Neoseiulus californicus tem potencial de fazer controle biológico na soja, pois pode se alimentar de diferentes presas encontradas na cultura, *M planki*, *T. ludeni*, *T. urticae*. Ainda não é conhecido o potencial deste predador se alimentado por outras espécies de ácaros encontradas na cultura da soja *T. desertorum*, *T. gigas*. Ele não consegue completar seu desenvolvimento com *C. phaseoli* como presa, porém outros predadores encontrados na soja poderiam ser testados, *N. idaeus*, *N. anonymus*, *P. cannaensis*, *P. macropilis*, *G. annectens*, *P. fragariae*, *P. neotropicus*.

4. BIOLOGIA DE *Tetranychus ludeni* SE ALIMENTANDO EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA

4.1. Introdução

A cultura da soja é suscetível durante todo seu ciclo ao ataque de diferentes herbívoros, que podem causar danos e perdas significativas na produção quando atingem populações elevadas. A variação de organismos na safra está relacionada aos diferentes cultivares utilizados (ARNEMANN et al., 2015). As diferentes cultivares de soja também influenciam no ciclo de vida de ácaros (DEHGHAN et al., 2009). Os ácaros fitófagos que mais se destacam na soja são Tetranychidae e Tarsonemidae. Recentemente, algumas espécies acarinas com importância econômica foram reportadas em altas populações na cultura da soja, dentre elas *Tetranychus ludeni* Zacher (Tetranychidae) (ROGGIA et al., 2008; REZENDE et al., 2012; REICHERT et al., 2014). Em várias culturas, os Tetranychidae destacam-se como organismos que alcançam o nível de praga (BOLLAND et al., 1998). Os tetraniquídeos alimentam-se do parênquima, extraindo o conteúdo celular, causando redução na capacidade fotossintética da planta e afetando a produção de grãos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). *Tetranychus ludeni* possui maior taxa de sobrevivência em locais com temperaturas que variam entre 23 °C e 30 °C, pois este fator favorece no aumento do desenvolvimento e nas taxas de reprodução e fecundidade do ácaro. Esta espécie causa grandes danos econômicos em regiões com condições climáticas elevadas (SILVA, 2002).

A transgenia relativa à resistência ao glifosato na soja e no milho possibilitou o surgimento de espécies herbívoras espontâneas tolerantes ao glifosato levando ao aumento na aplicação de herbicidas. Recentemente, as tecnologias genéticas foram direcionadas a plantas geneticamente modificadas que toleram herbicidas de alta toxicidade, criando um círculo vicioso. As implicações deste sistema são a elevação dos custos produtivos e a redução da qualidade do produto final, em função da presença de resíduos tóxicos nos grãos colhidos (MELGAREJO et al., 2013). No Brasil são utilizados agrotóxicos em diversas culturas, sendo inclusive encontrados produtos proibidos em alimentos (PASSOS; DOS

REIS, 2013; BRASIL, 2013). A soja transgênica é uma realidade nas plantações do Brasil, porém é necessário analisar aspectos econômicos, sociais, éticos, políticos e ambientais a respeito de sua utilização (ALVES, 2004). O uso de grãos geneticamente modificados pode estar afetando a biodiversidade, pois não se sabe até que ponto ela pode alterar, principalmente, a entomofauna e a acarofauna que dependem daquelas plantas.

Os processos bioquímicos, moleculares e fisiológicos podem ser modificados na transgenia (FRIZZAS; OLIVEIRA, 2006). Porém não são amplamente conhecidos os efeitos desta alteração na acarofauna presente na soja. Assim se justifica investigar as características biológicas de *T. ludeni* quando alimentado em diferentes cultivares de soja, pois a diferença entre os tipos de cultivo e a forma de manejo da soja podem estar prejudicando ou beneficiando a permanência dos ácaros. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos de *T. ludeni* em diferentes cultivares de soja, convencional, transgênica resistente ao glifosato (RR) e com duas transgenias resistente ao glifosato e a lagarta (BT).

4.2. Material e métodos

Foram utilizados ácaros provenientes de folhas de soja do município de Lajeado, RS, 29°26'38"S e 51°56'44"O. As criações de *T. ludeni* foram mantidas em folhas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em estufas a 25 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de 70±5 %.

Foram utilizadas arenas de 6 cm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade, com um círculo de esponja de 4 cm de diâmetro e 1 cm de espessura no centro, circundado com água destilada. Sobre este círculo de esponja foi colocada uma folha de soja. As arenas cobertas com uma placa de vidro para manter a umidade relativa do ar de acordo com o descrito por Toldi et al. (2013). Para iniciar o experimento foram adicionadas três fêmeas/arena de *T. ludeni* da criação. Estas fêmeas foram retiradas quatro horas após a introdução, sendo mantido apenas um ovo do ácaro por arena. Foram realizadas três observações diárias às 7, 13 e 19 horas durante as fases imaturas, sendo observado em cada avaliação os estádios de desenvolvimento. Na fase adulta, as fêmeas foram mantidas acasaladas com machos obtidos da criação estoque e as avaliações realizadas uma vez ao dia, às 13 h, para verificar o número de ovos postos e a sobrevivência. Os ovos postos foram coletados e transferidos para outras arenas para determinar a razão sexual (número de fêmeas/número total de indivíduos).

A biologia foi realizada com 90 ovos individualizados do fitófago *T. ludeni*, em arenas, sendo 30 com cada um dos cultivares de soja como alimento. Os diferentes cultivares

de soja utilizados para o teste foram Fundacef 44, RR Nideira 5909, resistente ao glifosato (conhecido como *Roundup Ready* ou RR) e BT rota 54, com as duas transgenias ficando resistente ao glifosato e ao ataque de lagartas helicoverp (BT). Para obter as folhas do experimento foram plantadas os cultivares em estufa.

Os dados coletados foram comparados através do teste de *Tukey*, ao nível de significância de 5%, com o uso do programa BioEstat 5.0. Foram realizados cálculos de tabela de vida conforme Silveira et al. (1976). Foram calculados os valores da taxa líquida de reprodução, ou número de vezes que a população aumenta ($R_o = \sum mx.lx - mx$: total de ovos/número de fêmeas; lx: espécimes vivos/número total da amostra), duração média de uma geração ($T = mx.lx.x / \sum mx.lx$) e taxa intrínseca de aumento da população ($r_m = \log R_o / T.0,4343$). As médias comparadas pelo teste t bilateral ($P \leq 0.05$) pelo software SASTM (Sas Institute 2000). As diferenças entre os tratamentos foram determinadas a um nível de significância de $\alpha = 0,05$ (Sas Institute 2000).

4.3 Resultados e discussões

No tempo de duração, em dias, das fases de ovo, larva e protoninfa não houve diferença significativa para *T. ludeni* se alimentando dos três cultivares de soja (Tabela 5). No entanto, nas fases de deutoninfa foi observada diferença, sendo o tempo de duração menor nas folhas de soja RR, 2.1 ± 0.12 (dias). A duração média de ovo-adulto, em dias não diferiu nos três cultivares. A viabilidade total de ovo-adulto foi positiva, maior que 50%, para *T. ludeni* se alimentando da soja convencional, soja RR e soja BT 63.3%, 66.7% e 66.7%, respectivamente. Nas três cultivares a fase mais longa foi a de ovo. Na soja RR as fases de larva protoninfa e deutoninfa tiveram o mesmo tempo de duração, já na soja convencional e BT a fase de protoninfa foi menor.

Tabela 5. Duração média, em dia ($\pm$ EP), dos estádios imaturos de *Tetranychus ludeni* alimentado de folhas de diferentes variedades de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de $70\pm 5\%$.

Variedades de soja	Estádios imaturos				
	Ovo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Ovo - Adulto
Soja convencional	5.1 $\pm$ 0.06 Aa	2.4 $\pm$ 0.17 Ba	2.1 $\pm$ 0.05 Ca	2.6 $\pm$ 0.12 Ba	12.3 $\pm$ 0.25 a
Viabilidade (%)	96,7	82,8	91,7	86,4	63,3
Soja RR	5.2 $\pm$ 0.07 Aa	2.3 $\pm$ 0.13 Ba	2.1 $\pm$ 0.06 Ba	2.1 $\pm$ 0.12 Bb	11.8 $\pm$ 0.15a
Viabilidade (%)	96,7	79,3	91,3	95,2	66,7
Soja BT	5.1 $\pm$ 0.09 Aa	2.3 $\pm$ 0.13 Ba	2.0 $\pm$ 0.04 Ca	2.5 $\pm$ 0.08 Ba	11.9 $\pm$ 0.24 a
Viabilidade (%)	90,0	85,2	95,65	90,9	66,7

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra maiúscula na linha não difere estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey*, ao nível de significância de 5%.

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra minúscula na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey*, ao nível de significância de 5%.

De Sousa et al. (2010) ao testarem a biologia de *Tetranychus mexicanus* McGregor em diferentes espécies de anonáceas não obtiveram diferença significativa entre as durações dos estágios imaturos. De forma contrária, neste trabalho, a diferença da duração da fase de deutoninfa no cultivar RR indica uma diferença nutricional. Porém a fecundidade média do fitófago não teve diferença significativa, sendo 40.87 ± 6.56 ovos/fêmea alimentado de soja convencional, 36.12 ± 7.36 ovos/fêmea com soja RR e 31.21 ± 5.35 com soja BT (Tabela 6). O tempo de duração, em dias, das fases de pré-oviposição, oviposição e longevidade também não diferenciaram significativamente com os diferentes cultivares de soja. Não foi observado período de pós-oviposição porque os ácaros morriam ainda no período de oviposição. Isso pode indicar que a espécie não está completamente adaptada à cultura da soja.

Tabela 6: Fecundidade média ($\pm$ EP) e duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade de *Tetranychus ludeni* alimentado de diferentes variedades de soja 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de 70 ± 5 %.

	N	Convencional	N	Soja RR	N	Soja BT
Fecundidade	15	40.87 $\pm$ 6.56a	14	31.21 $\pm$ 5.35a	16	36.12 $\pm$ 7.36a
Pré-oviposição	15	1.13 $\pm$ 0.16a	14	1.50 $\pm$ 0.14a	16	1.31 $\pm$ 0.15a
Oviposição	15	8.53 $\pm$ 1.15a	14	7.00 $\pm$ 0.80a	16	7.50 $\pm$ 1.15a
Longevidade da fêmea	15	9.80 $\pm$ 1.13a	14	9.00 $\pm$ 0.75a	16	8.81 $\pm$ 1.14a
Longevidade do macho	3	8.00 $\pm$ 1.53a	4	7.25 $\pm$ 1.49a	3	9.00 $\pm$ 3.21a

N = número de ácaros avaliados

Média ($\pm$ EP) seguida de mesma letra na linha não difere estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey*, ao nível de significância de 5 %.

A razão sexual na primeira geração de todos avaliados foi 0,79 de fêmeas. A duração média de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0), e a capacidade inata de aumentar em número (r_m) foi semelhante para *T. ludeni* se alimentando de soja convencional, BT e RR (Tabela 7). Demonstrando que o crescimento da população, número de fêmeas por dia, dessa população seria semelhantes nos três tipos de folhas de soja.

Tabela 7. Duração média de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0), e a capacidade inata de aumentar em número (r_m) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se em cultivares de soja convencional, soja BT e soja RR a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de 70 ± 5 %.

Parâmetros	Cultivares		
	Convencional	Soja RR	Soja BT
T	18.19 $\pm$ 0.39a	18.31 $\pm$ 0.42a	18.32 $\pm$ 0.59a
R_0	20.74 $\pm$ 3.40a	15.22 $\pm$ 2.41a	18.68 $\pm$ 3.83a
r_m	0.17 $\pm$ 0.01a	0.15 $\pm$ 0.01a	0.16 $\pm$ 0.01a

Média seguida de mesma letra na linha não difere estatisticamente entre si ao nível de significância de 5 %.

O maior valor do mx, total de ovos/número de fêmeas, foi observado para *T. ludeni* em folha de soja convencional foi no 19º dia, com soja RR foi no 23º e soja BT no 20º após o início da biologia (Figura 3). Com soja convencional houve um decréscimo gradativo da

oviposição, já com a soja BT o mx estava maior quando as fêmeas morreram. Com a soja RR a oviposição parou antes dos demais no 26º dia.

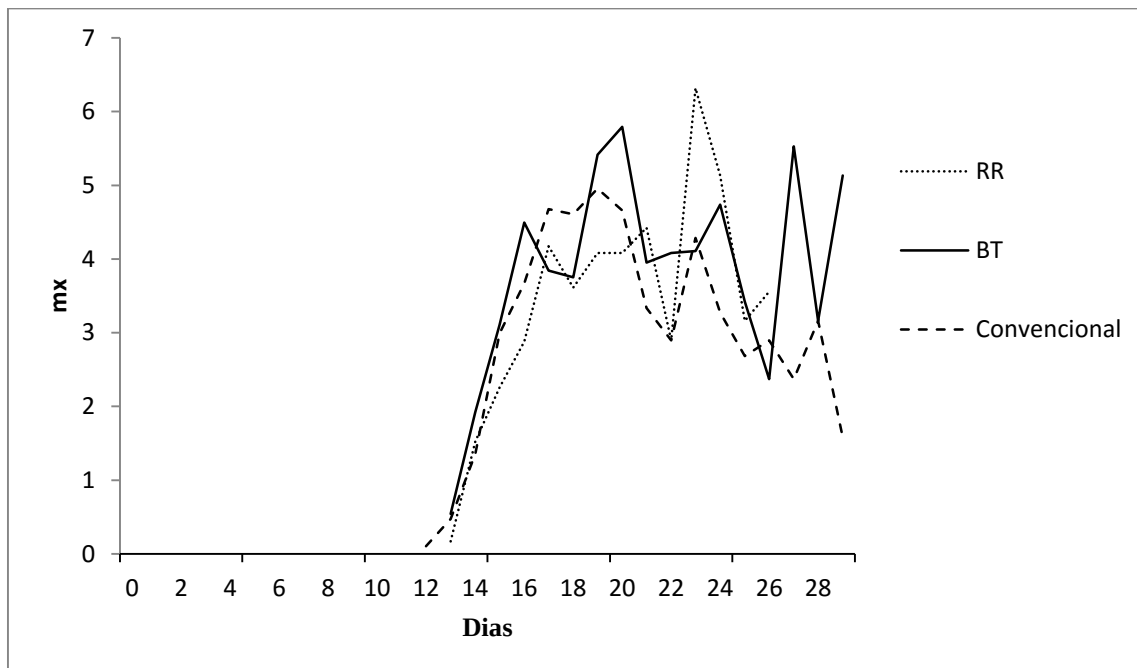


Figura 2: Fertilidade específica (mx) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se de diferentes folhas de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de 70 ± 5 %.

O número de ácaros mortos para *T. ludeni* em folha de soja convencional foi aumentando de forma mais constante que as demais (Figura 4). A partir do 18º dia houve uma mortalidade alta dos ácaros em folha de soja RR, também foi a biologia que morreram antes.

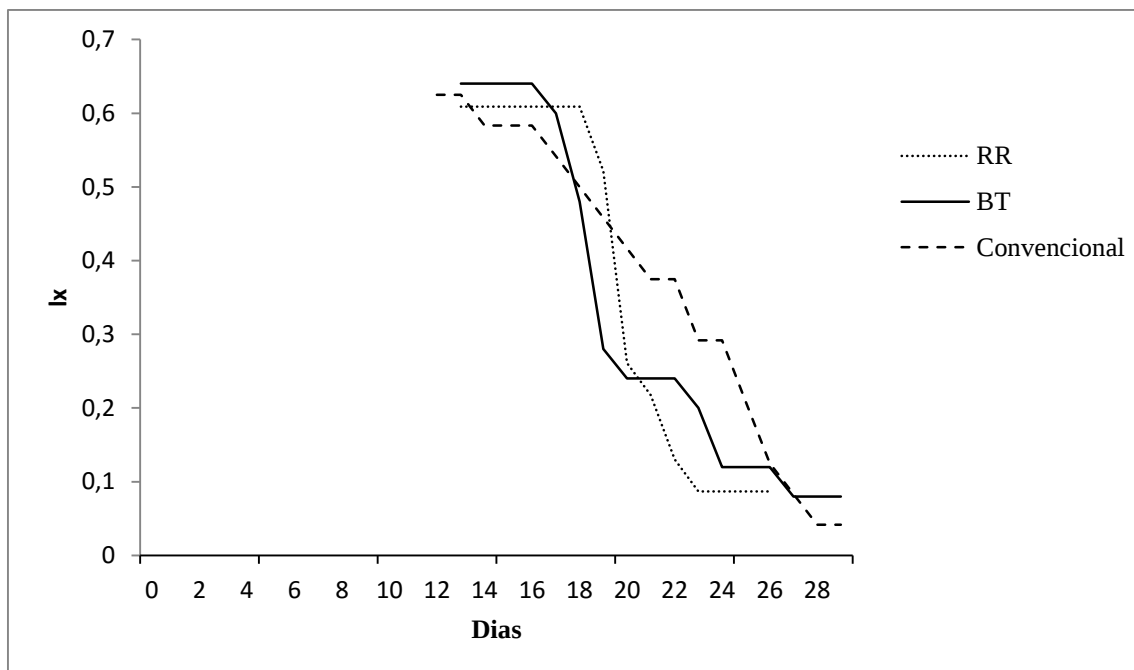


Figura 3: Sobrevivência (lx) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se de diferentes folhas de soja a 25 ± 1 °C na fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de 70 ± 5 %.

A duração de ovo-adulto deste estudo foi próxima ao encontrado por Adango et al. (2006), Gotoh et al. (2015) e Silva et al. (2002) (Tabela 8). A fecundidade, o período de oviposição, taxa líquida de reprodução e capacidade inata em número de aumentar de *T. ludeni* na soja foi menor que a encontrada nos outros trabalhos de biologia (ADANGO et al., 2006; GOTOH et al., 2015; SILVA et al., 2002). Esta espécie pode estar mais adaptada as usadas por estes autores, folhas de *Gossypium hirsutum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Amaranthus cruentus* L. e *Solanum macrocarpon* L. do que folhas de soja.

Tabela 8. Duração média de fases imaturas e adulta, duração de cada geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o) e capacidade inata de aumentar em número (r_m) de *Tetranychus ludeni* alimentando-se de diferentes plantas.

	Este estudo	Este estudo	Este estudo	Silva et al. 2002	Gotoh et al. 2015	Adango et al. 2006	Adango et al. 2006
	<i>G. max</i> conv.	<i>G. max</i> RR	<i>G. max</i> BT	<i>G. hirsutum</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>A. cruentus</i>	<i>S. nacrocarpon</i>
Ovo	5.1	5.2	5.1	5.7	-	4.2	4.2
Larva	2.4	2.3	2.3	2.6	-	1.9	2.0
Protoninfa	2.1	2.1	2.0	2.8	-	1.6	1.8
Deutoninfa	2.6	2.1	2.5	2.5	-	1.9	2.1
Ovo-adulto	12.3	11.8	11.9	13.3	9.1	9.6	10.1
Fecundidade	40.9	31.2	36.1	51.1	173.9	111.5	81.6
Oviposição	8.5	7	7.5	14.1	14.6	15.5	12.9
Longevidade	9.8	9	8.8	17.4	17	28.3	24.9
T	18.2	18.3	18.3	17.3	15.7	16.2	17.4
R_o	20.7	15.2	18.7	46.9	135.7	16.3	41.7
r_m	017	015	016	0.22	0.31	0.17	0.21

Segundo Gotoh et al. (2015), *T. ludeni* tem potencial para se tornar uma praga comum em várias culturas agrícolas. Tem capacidade de tolerar temperaturas acima de 25°C e adquirir resistência ao uso de agrotóxicos. A transgenia na soja não demonstrou interferir na biologia de *T. ludeni*, pois a soja com transgenia RR e a com duas transgenia BT obtiveram parâmetros de reprodução iguais aos da soja convencional. A diferença entre cultivares não interferindo nos parâmetros biológicos discordando dos trabalhos de Arnemann et al. (2014), Dehghan et al. (2009) e Razmjou et al. (2009). Esta espécie acarina pode estar em fase de adaptação à cultura, pois em relação a outros experimentos com diferentes espécies de planta teve melhores parâmetros de reprodução.

5. REFERÊNCIAS

- ADANGO, E.; ONZO, A.; HANNA, R.; ATACHI, P.; JAMES, B. Comparative demography of the spider mite, *Tetranychus ludeni*, on two host plants in West Africa. **Journal of Insect Science**, v. 6, n. 1, p. 49, 2006.
- ALVES, G. S. **A Biotecnologia dos transgênicos: Precaução é a palavra de ordem**. Holos, 2004.
- ARNEMANN, J. A.; FIORIN, R. A.; PERINI, C. R.; STORCK, L.; CURIOLLETTI, L. E.; NACHMAN, G.; GUEDES, J. V. C. Density and growth rates of spider mites in relation to phenological stages of soybean cultivars in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 67, n. 3, p. 423-440, 2015.
- BECKER, B.; MIRANDA, M. **A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1997.
- BOHN, T.; CUHRA, M.; TRAAVIK, T.; SANDEN, M.; FAGAN, J.; PRIMICERIO, R. Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. **Food Chemistry**, v. 153, p. 207-215, 2014.
- BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Brill, 1998.
- BUENO, A. F.; BATISTELA M. J.; BUENO, R. C. O. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA. M. A. N.; FILHO, A. L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, n. 7, p. 937-945, 2011.
- BUENO, A. de F.; BUENO, R. C. O. F.; NABITY, P. D.; HIGLEY, L. G.; FERNANDES A. O. Photosynthetic response of soybean to two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) injury. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 4, p. 825-834, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): Relatório de atividades de 2011 e 2012**. Brasília, 2013.
- CANLAS, L. J.; AMANO, H.; OCHIAI, N.; TAKEDA, M. Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 11, p. 141-157, 2006.
- CAVALCANTI, C. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 2001.

CAVALLERI, A.; LIMA, M. G. A.; MELO, F. S. D.; MENDONÇA, J. R. New records of thrips (Thysanoptera) species in Brazil. **Neotropical entomology**, v. 40, n. 5, p. 628-630, 2011.

CHOW, A.; CHAU, A.; HEINZ, K. M. Compatibility of *Amblyseius* (Typhlodromips) *swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses. **Biological control**, v. 53, n. 2, p. 188-196, 2010

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2012/2013**. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em agosto de 2015.

DE BRUJIN, P. J.; EGAS, M.; JANSSEN, A.; SABELIS, M. W. Pheromone-induced priming of a defensive response in Western flower thrips. **Journal of chemical ecology**, v. 32, n. 7, p. 1599-1603, 2006.

DEHGHAN, M. S.; ALLAHYARI, H.; SABOORI, A.; NOWZARI, J.; HOSSEINI N. V. Fitness of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different soybean cultivars: biology and fertility life-tables. **International Journal of Acarology**, v. 35, n. 4, p. 341-347, 2009.

DOĞRAMACI, M.; ARTHURS, S. P.; CHEN, J.; MCKENZIE, C.; IRRIZARY, F.; OSBORNE, L. Management of chilli thrips *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on peppers by *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Biological Control**, v. 59, p. 340-347, 2011.

EL TAJ, H. F.; JUNG, C. Effect of temperature on the life-history traits of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Panonychus ulmi*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 56, n. 3, p. 247-260, 2012.

ESCUADERO, L. A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 32, n. 3, p. 378-384, 2005.

FAOSTAT, **Food and agriculture organization of the United Nations Statistics division**. Disponível em: faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E. Acesso em agosto de 2015.

FERLA, N. J.; JOHANN, L.; KLOCK, C. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Zootaxa**, v. 2976, p. 15-31, 2011.

FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Plantas transgênicas resistentes a insetos e organismos não-alvo: predadores, parasitoides e polinizadores. **Universitas: Ciências da Saúde**. v. 4, p. 63-82, 2006.

FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. Sementes geneticamente modificadas: (in) segurança e racionalidade na adoção de transgênicos no Brasil e na Argentina. **Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad**, v. 4, n. 12, p. 9-30, 2009.

GUATTARI, F. As três ecologias. Campinas: Papirus, 2003

GIL, C. A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOTOH, T.; MORIYA, D.; NACHMAN, G. Development and reproduction of five *Tetranychus* species (Acari: Tetranychidae): Do they all have the potential to become major pests?. **Experimental and Applied Acarology**, p. 1-27, 2015.

GOTOH, T.; TSUCHIYA, A.; KITASHIMA, Y. Influence of prey on developmental performance, reproduction and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental & applied acarology**, v. 40, n. 3-4, p. 189-204, 2006.

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

GUEDES, J. V. C.; NAVIA, D.; LOFEGO, A. C.; DEQUECH, S. T. B. Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, 2007.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; NAKATANI, A. S.; DOS REIS J. F. B.; MORAIS, J. Z.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; FERNANDES, M. F. Effects of the glyphosate-resistance gene and herbicides on soybean: Field trials monitoring biological nitrogen fixation and yield. **Field Crops Research**, v. 158, p. 43-54, 2014.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A Manual of Acarology**. Texas: Lubbock, p. 807, 2009.

LEBDI-GRISSA, K.; VANINPE, G.; LEBRUN, P. Paramètres biologiques et démographiques de *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) à différentes températures. **Acarologia**, v. 1, p. 13-22, 2005.

LIMA, E. F. B.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A. Thrips species (Insecta: Thysanoptera) associated to Fabaceae of agricultural importance in Cerrado and Amazon-Caatinga ecotone from Brazilian Mid-North. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 283-289, 2013.

LINK, D.; COSTA, E. C.; CARVALHO, S. Níveis de infestação e danos de *Caliothrips phaseoli* em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 11, n. 4, 1981.

MAGALHÃES, S.; FORBES, M. R.; SKORACKA, A.; OSAKABE, M.; CHEVILLON, C.; MCCOY, K. D. Host race formation in the Acari. **Experimental and Applied Acarology**, p. 42, p. 225-238, 2007.

MAJOLO, F.; FERLA, N. J. Life history of (Acari: Phytoseiidae) feeding on (Acari: Tetranychidae) on common bean leaves (L.). **International Journal of Acarology**, v. 40, p. 332-336, 2014.

MARAFELI, P. P.; REIS, P. R.; SILVEIRA, E. C.; SOUZA-PIMENTEL, G. C.; TOLEDO, M. A. Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)(Acari: Phytoseiidae) fed with castor bean (*Ricinus communis* L.) pollen in laboratory conditions. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 691-697, 2014.

MAROUFPOOR, M.; GHOOSTA, Y.; POURMIRZA, A. A. Life table parameters of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae), on the European red mite, *Panonychus ulmi*

(Acari: Tetranychidae) in laboratory condition. **Persian Journal of Acarology**, v. 2, n. 2, 2013.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V. MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia agrícola**, v. 56, n. 4, 1999.

MCMURTRY J. A.; MORAES, G. J. de; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.

MELGAREJO, L.; FERRAZ, J. M.; FERNANDES, G. B. Transgênicos no Brasil. **Agriculturas**, v. 10, 2013.

MENDES, S. M., BUENO, V. H., ARGOLO, V. M.; SILVEIRA, L. C. P. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say)(Hemiptera, Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 1, p. 99-103, 2002.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P. Biology of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) Fed on *Caliothrips phaseoli* (Hood)(Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

MONTEIRO, L. B. Manejo integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul II. Uso de *Neoseiulus californicus* para o controle de *Panonychus ulmi*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 395-405, 2002.

MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. P. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, p. 225-238, 2002.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto. Holos Editora, p. 288, 2008.

MOREIRA, HJ da C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas da soja**. Campinas: FMC, 2009.

MOUND, L. A. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. **Revista de biología tropical**, v. 50, n. 2, p. 477-484, 2002.

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

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Designing and implementing a habitat management strategy to enhance biological pest control in agroecosystems. **Biodynamics**, p. 26-36, 2005.

PADGETTE, S. R.; KOLACZ, K. H.; DELANNAY, X.; RE, D. B.; La VALLEE, D. J.; TINIUS, C. N.; RHODES, W. K.; OTERO, I.; BARRY, G. F. Development, Identification, and Characterization of a Glyphosate- Tolerant Soybean Line. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 1451-1461, 1995

PASSOS, F. R.; DOS REIS, M. R. Resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: Revisão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 23, 2013.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia agricola**, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

RAHMANI, H.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Life history and population growth parameters of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in laboratory conditions. **Systematic & Applied Acarology**, v. 14, p. 91-100, 2009.

RAZMJOU, J.; TAVAKKOLI, H.; FALLAHI, A. Effect of soybean cultivar on life history parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of pest science**, v. 82, n. 1, p. 89-94, 2009.

REICHERT, M. B.; SILVA, G. L. da; ROCHA, M. D. S.; JOHANN, L.; FERLA, N. J. Mite fauna (Acari) in soybean agroecosystem in the northwestern region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Systematic and Applied Acarology** v. 19, n. 2, p. 123-136, 2014.

REZENDE, M.; LOFEGO A. C.; NÁVIA, D.; ROGGIA, S. Mites (Acari: Mesostigmata, Sarcoptiformes and Trombidiformes) associated to soybean in Brazil, including new records from the Cerrado areas. **Florida Entomologist** 95(3) p. 683-693. 2012.

REZENDE, J. M.; LOFEGO, A. C.; NUVOLONI, F. M.; NÁVIA, D. Mites from Cerrado fragments and adjacent soybean crops: does the native vegetation help or harm the plantation?. **Experimental and Applied Acarology**, v. 64, n. 4, p. 501-518, 2014.

REYNAUD, P. Thrips (Thysanoptera) Chapter 13.1. **BioRisk**, v. 4, p. 767-791, 2010.

ROGGIA, S. Spider mites associated to soybean in Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p.295-301. 2008.

ROGGIA, S.; GUEDES, J. V. C.; KUSS-ROGGIA, R. C. R.; DE VASCONCELOS, G. J. N.; NAVIA, D.; JUNIOR, I. D. Notas Científicas Ácaros predadores e o fungo *Neozygites floricola* associados a tetraniquídeos em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 107-110, 2009.

DE SOUSA, J. M.; GONDIM JR. M. G. C.; LOFEGO, A. C. Biology of *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) on Three Species of Annonaceae. **Neotropical entomology**, v. 39, n. 3, p. 319-323, 2010.

SAS Institute. SAS/GRAPH 2000 Software: Reference Version 8, v.2. Cary, NC: 2000.

SATO, M. E.; SILVA, M.; GONÇALVES, M. F. S.; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, 2002.

SILVA, CAD da. Biologia e exigências térmicas do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludeni* Zacher) em folhas de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 573-580, 2002

SILVA, M. Z. da; OLIVEIRA, C. A. L. de. Toxicidade residual de alguns agrotóxicos recomendados na citricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 29, n. 1, p. 085-090, 2007.

SILVEIRA, S. N.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, A. V. **Manual de ecologia e dos insetos**. São Paulo: Agronomia Ceres, p. 419 1976.

SIQUEIRA, P. R. E.; BOTTOM, M.; FERLA, N. J.; GRUTZMACHER, A. D. ; JOHANN, Liana ; SIQUEIRA, P. R. B. . Toxicidade residual de agrotóxicos sobre adultos de *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor) (Acari: Phytoseiidae) na cultura da videira. *Revista Científica Rural*, v. 14, p. 31-45, 2012.

TOLDI, M.; FERLA, N. J.; DAMEDA, C.; MAJOLO, F. Biology of *Neoseiulus californicus* feeding on two-spotted spider mite. **Biotemas**, v. 26, p. 105-111, 2013.

TOYOSHIMA, S.; HINOMOTO, N. Intraspecific variation of reproductive characteristics of *Amblyseius californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae). **Applied entomology and zoology**, v. 39, n. 3, p. 351-355, 2004.

VAN MAANEN, R.; BROUFAS, G.; DE JONG, P.; AGUILAR-FENOLLOSA, E.; REVYNTHI, A.; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Predators marked with chemical cues from one prey have increased attack success on another prey species. **Ecological Entomology**, v. 40, n. 1, p. 62-68, 2015.

XU, X.; ENKEGAARD, A. Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. **Journal of Insect Science**, v. 10, 2010.

WEINTRAUB, P.; PALEVSKY, E. Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 45, p. 29-37, 2008.

YAO, H.; ZHENG, W.; TARIQ, K.; ZHANG, H. Functional and numerical responses of three species of predatory phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) to *Thrips flavidulus* (Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 5, p. 437-445, 2014.