

01

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE INTERFEREM EM SUA DINÂMICA POPULACIONAL

NATHÁLIA LEAL DE CARVALHO

*Departamento de Estudos Agrários (DEAg/UNIJUÍ), Professor do curso de Agronomia.
nathalia.carvalho@unijui.edu.br*

AFONSO LOPES DE BARCELLOS

*Contador, Mestre em Desenvolvimento Rural (UNICRUZ).
lopesdebarcellos@gmail.com*

VALÉRIA ESCAIO BUBANS E LUANA JENSEN PIETCZK

*Grupo de Estudos em Manejo Integrado de Pragas, Departamento de Estudos Agrários (DEAg/UNIJUÍ), Curso de Agronomia.
valeriabubans@hotmail.com
luana.pietczak@gmail.com*

RESUMO

Os ácaros fitófagos podem causar danos em culturas anuais, frutíferas e florestais, sendo as principais pragas associadas às espécies vegetais cultivadas. Vários fatores podem afetar sua dinâmica populacional e contribuir para que estes atinjam níveis populacionais capazes de causar nível de dano econômico em culturas agrícolas. O presente estudo teve o objetivo de estudar, por meio de uma revisão de literatura, os fatores ambientais que podem interferir na dinâmica populacional de ácaros. A temperatura é o fator que mais afeta a população de tetraniquídeos, variando, porém, de acordo com a espécie, sendo que temperaturas elevadas e baixa umidade relativa favorecem o desenvolvimento populacional, enquanto que chuvas abundantes contribuem para a redução da infestação. Pesquisas que abordem a relação ácaros-planta hospedeira e os fatores que interferem a dinâmica populacional e o potencial biótico dos tetraniquídeos são de suma importância para pesquisadores, produtores e para os sistemas de produção agrícola.

PALAVRAS-CHAVE

Tetranychidae. Precipitação pluviométrica. Déficit hídrico. Dano econômico. Ácaro-planta hospedeira.

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE INTERFEREM EM SUA DINÂMICA POPULACIONAL

INTRODUÇÃO

Os ácaros da Família Tetranychidae apresentam grande importância econômica em todo o mundo, pois podem causar consideráveis prejuízos em diversas culturas, entre elas a alfafa, algodão, berinjela, café, feijão, maçã, morango, pêssego, pimentão, soja, tomate, plantas ornamentais, entre outras, sendo a espécie *Tetranychus urticae* a mais importante, pois em situações nas quais ocorrem altas infestações (acima de 50 ácaros/folículo), estes podem causar descoloração de folhas, perda da capacidade fotossintética e queda prematura das folhas. Há relatos de injúrias causadas por ácaros às plantas cultivadas já a partir da década de 1940, o que acaba coincidindo também com o início do uso de agrotóxicos sintéticos (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Diversas são as razões que se atribuem ao aumento dos problemas causados por ácaros fitófagos: desenvolvimento de variedades mais produtivas e mais susceptíveis; sistemas de cultivo, com a eliminação de espécies indesejáveis, que serviam de habitat para espécies de ácaros predadores (ROGGIA, 2010); transporte de plantas, facilitando a dispersão de ácaros; uso de pesticidas para controle de pragas, eliminando também os inimigos naturais (MORAES; FLECHTMANN, 2008); e, por fim, fatores climáticos favoráveis ao desenvolvimento de ácaros fitófagos como altas temperaturas e baixa umidade (SIQUEIRA, 2011).

Quando se relacionam os elementos meteorológicos, entre eles a temperatura, percebe-se que esta afeta diretamente a dinâmica populacional de tetraniquídeos, variando de acordo com a espécie. Isto acontece porque, durante a ocorrência de períodos secos com baixa umidade relativa e alta temperatura, os ácaros têm uma alta taxa de reprodução. Além disso, as plantas, quando submetidas a períodos de déficit hídrico, alteram seu metabolismo secundário, produzindo substâncias que atraem os ácaros e aumentam seu potencial biótico (FALCONI, 2007).

Porém, condições de temperaturas baixas ou

mudanças bruscas de temperatura reduzem suas populações. Outro fator de importância é a umidade relativa que, quando alta e contínua, provoca redução na população da praga, por afetar sua oviposição, eclosão das larvas e menor longevidade. A precipitação é outro fator que ajuda a diminuir as populações, pois as chuvas fortes não somente causam um aumento da umidade relativa, como também lavam as folhas, podendo ocorrer a eliminação dos ácaros por afogamento ou pelo golpe direto das gotas de água (PEDRO NETO, 2009).

Desse modo, esta pesquisa objetivou discorrer sobre as injúrias causadas pelos ácaros de importância agrícola, discutir aspectos sobre a interação ácaro-planta hospedeira, abordar como os fatores climáticos (temperatura, umidade e precipitação pluviométrica) interferem no ciclo biológico, e, por fim, o efeito do déficit hídrico da planta hospedeira em relação à dinâmica populacional.

1 ÁCAROS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA

Os ácaros constituem um grupo de pequenos invertebrados, cuja designação é comum a algumas espécies (excluindo os carrapatos que compõem a ordem Ixodida) do filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida e da subclasse Acarina (=Acari), subclasse à qual pertencem mais de 30.000 espécies conhecidas. Possivelmente, existem muitas outras não classificadas, pois além dos ácaros terrestres há ainda os aquáticos e marinhos. Os ácaros correspondem ao segundo maior grupo de artrópodes depois dos insetos (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O grupo tem natureza cosmopolita, estando representado na generalidade dos habitats e zonas climáticas. Os primeiros registros na terra ocorreram após a Era Pré-Cambriana, aproximadamente a 400 milhões de anos atrás (NORTON et al., 1993). Os ácaros diferem dos demais aracnídeos por não terem o corpo segmentado, e sua estrutura característica é o gnatossoma, que apresentam a presença de queléceras, as quais, em espécies fitófagas são modificadas em

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE INTERFEREM EM SUA DINÂMICA POPULACIONAL

estiletes. Diferem-se dos insetos por apresentarem quatro pares de pernas e não possuem antenas (FLECHTMANN, 1983).

Os ácaros apresentam uma grande diversidade em sua morfologia, correspondente com suas características comportamentais (ROGGIA et al., 2008). Pode-se reconhecer duas categorias de ácaros, a de vida livre e a de parasita. Entre as formas de vida livre, quanto à sua alimentação, podem ser fitófagos, saprófagos, coprófagos, necrófagos, fungívoros, polinófagos, foréticos (utilizam outros artrópodes como meio de dispersão), parasitos e predadores (ROGGIA, 2010).

As espécies fitófagas são responsáveis por causar prejuízos econômicos às plantas cultivadas em todo planeta, alimentando-se da parte aérea e subterrânea de culturas anuais, frutíferas, hortícolas, ornamentais florestais e ainda de plantas daninhas (ROGGIA et al., 2008).

A respiração pode ser traqueal nas espécies que possuem estigmas ou através do tegumento nas espécies ausentes. Apresentam órgãos sensoriais em forma de setas ou cerdas (PEDRO NETO, 2009).

Os estágios de desenvolvimento podem ser ovo, larva, ninfa de 1º instar (protoninfa), ninfa de 2º instar (deutoninfa) e adulto. No início de cada instar, nos estágios de ninfa a adulto, ocorre um período em que o ácaro permanece na forma "inativa". Essas "fases inativas" são chamadas de protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida (ANDRADE et al., 2008).

A maioria das espécies é ovípara. Os ovos são colocados isolados ou agrupados. O período de desenvolvimento de ovo a adulto varia de 5 a 50 dias (dependendo da temperatura), sendo de aproximadamente 6,2 dias a 29,4°C. Cada fêmea coloca em média 40 ovos (podendo chegar a 140 ovos) durante a sua vida (NORTON et al., 1993).

A reprodução ocorre por fertilização com a subsequente produção de uma descendência de machos e fêmeas e também por partenogênese arrenótoca em que os ovos não fertilizados dão origem

a machos e telítoca que geram fêmeas (FLECHTMANN, 1983).

Das principais espécies de ácaros praga, 60% pertencem à família Tetranychidae e, destes, 75% pertencem aos gêneros Tetranychus, Oligonychus e Eotetranychus (YANINEK; MORAES, 1990).

No Brasil, entre 20 a 30 espécies causam danos em plantas cultivadas (MORAES; FLECHTMANN, 2008), ocorrendo principalmente o ácaro rajado Tetranychus urticae (KOCH, 1836), o ácaro verde Mononychellus planki (McGREGOR, 1950), os ácaros vermelhos Tetranychus desertorum (BANKS, 1900), Tetranychus ludeni (ZACHER, 1913), Tetranychus gigas (Arachnida: Tetranychidae) (ROGGIA et al., 2008), e o ácaro branco, Polyphagotarsonemus latus (BANKS, 1904), (Arachnida: Tarsonemidae) (ROGGIA, 2010).

O manejo desses ácaros exige medidas de prevenção e controle que oneram os custos de produção e tornam a atividade menos lucrativa.

2 DANOS CAUSADOS PELOS ÁCAROS FITÓFAGOS

Ao se alimentar os tetraniquídeos introduzem seus estiletes no tecido vegetal das plantas e removem o conteúdo celular exsudado (FLECHTMANN, 1983). Geralmente preferem as folhas já formadas e em espécies arbóreas nas folhas da parte inferior ou superior da copa, mas quando a população atinge níveis elevados eles se dispersarão, podendo atingir os frutos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Cada espécie tem preferência pela face inferior ou superior da folha. Os que se alimentam da face inferior causam danos ao parênquima lacunoso e as células do parênquima paliádico entram em colapso. Já os que se alimentam da face superior atacam o parênquima paliádico e podem danificar o parênquima lacunoso adjacente (ROGGIA, 2010).

Inicialmente, o ataque resulta na coloração esbranquiçada ou prateada dos folíolos, devido ao esvaziamento das células e remoção dos cloroplastos, passando para a coloração amarelada e,

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

posteriormente, apresentando a cor marrom devido à oxidação das áreas atacadas (ROGGIA et al., 2008). O rompimento das células, a remoção da clorofila e a ação da saliva injetada pelos tetraniquídeos leva a disfunções nas folhas (ROGGIA et al., 2008) aumento da taxa de transpiração, resultando em um déficit hídrico e bloqueio da síntese de amido, acarretando um aumento na concentração de precursores, favoráveis ao desenvolvimento de ácaros. Em geral, o dano se confunde com o estresse hídrico (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Populações elevadas podem causar manchas necróticas e queda prematura das folhas, gerando perdas acentuadas na produção. Este dano pode ser confundido com o causado por estresse hídrico (ROGGIA, 2010).

Os tetraniquídeos podem injetar toxinas, reguladores de crescimento e transmitir vírus durante a alimentação causando severos prejuízos a planta hospedeira (FLECHTMANN, 1983). São pragas severas que atacam a mandioca, sendo encontrados em grande número na face inferior das folhas, frequentemente durante a estação seca do ano, podendo causar danos consideráveis. Os sintomas típicos do dano são manchas cloróticas, pontuações e bronzeamento no limbo, morte das gemas, deformações e queda das folhas, reduzindo a área foliar e a fotossíntese. As espécies mais importantes são o ácaro verde e o ácaro rajado (ROGGIA, 2010).

Em cafeeiros, tem se verificado que ataques de tetraniquídeos reduzem reservas necessárias à diferenciação floral posterior ao ataque (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O ácaro-vermelho do cafeeiro, *O. ilicis*, causa injúrias às folhas do cafeeiro, destruindo células para sucção do conteúdo celular, reduzindo a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção (REIS et al., 2000).

No algodoeiro, o ácaro rajado *T. urticae* se destaca como praga de importância econômica, pois se desenvolve na superfície abaxial das folhas e causa manchas avermelhadas na superfície adaxial;

posteriormente, ocorre necrose e queda das folhas, além de efeitos indiretos, afetando as características das fibras e das sementes (ESTEVEZ FILHO, 2008).

No pessegueiro causam remoção dos tecidos superficiais da folha e perda de seiva junto às primeiras camadas do tecido foliar, provocando amarelecimento ao longo e lateralmente à nervura central, ou bronzeamento em infestações mais severas, com reduções qualitativas e quantitativas de vários níveis nos frutos, podendo ser vetores de importantes viroses (MONTES; RAGA; MINEIRO, 2010).

As colônias do Ácaro vermelho *Tetranychus bastosi* Tuttle (Acari: Tetranychidae) (BAKER; SALES, 1977) normalmente iniciam seu ataque na base da lâmina foliar, junto às nervuras principais e ao pecíolo, do Pinhão Manso, dispersando-se gradualmente para todos os lados do limbo foliar, produzindo um padrão difuso de manchas amareladas. Essas manchas tomam toda a folha, que necrosam e caem (RODRIGUES, 2010).

As populações de ácaros se desenvolvem em soja sob condições de seca ou estiagens prolongadas e em períodos de temperatura elevada. O ataque inicia em bordas de lavouras, nas plantas sob a sombra ou em manchas de lavouras sobre plantas estressadas (ROGGIA, 2010).

3 INTERAÇÃO ÁCARO-PLANTA HOSPEDEIRA

As plantas podem hospedar um grande número de insetos, nematoides e ácaros, que são pragas de culturas de importância econômica. Dependendo da espécie, pode favorecer a inimigos naturais de pragas pelo fornecimento de pólen, néctar, abrigo, locais de reprodução, presas e hospedeiros alternativos durante períodos de entressafra ou quando esses recursos não estão disponíveis nas plantas cultivadas (ANDRADE et al., 2008).

Um organismo ou uma espécie não ocorre isoladamente, pois ela faz parte de um sistema complexo e interdependente com outros organismos,

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

sendo que a dinâmica de todos é afetada mutuamente. Como exemplo, pode-se citar o cultivo de pepino em casa de vegetação na Europa, em que ocorre tanto o ácaro rajado e tripses. Toda vez que detectam a presença do *T. urticae*, o controle é realizado através do ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* e/ou *Neoseiulus californicus*. Essas interações são comuns em sistemas complexos e passaram a influenciar no desempenho de todos os indivíduos (SILVA et al., 2012).

O valor nutricional da planta exerce papel importante no crescimento da população de ácaros em determinada cultura; no entanto, os fatores relacionados com o seu estabelecimento são mais relevantes (SIQUEIRA, 2011).

As condições da planta hospedeira podem interferir na magnitude do ataque de tetraniquídeos. A maior incidência em um determinado cultivo pode ocorrer devido aos efeitos diretos e indiretos da espécie vegetal ou da cultura sobre os ácaros. Os efeitos diretos de uma planta sobre os ácaros se devem ao valor nutricional desta (FLECHTMANN, 1983), bem como a aspectos morfológicos e bioquímicos constitutivos da planta que podem afetar os ácaros e, como efeito indireto, à adaptação e o desenvolvimento da população de tetraniquídeos sobre a planta hospedeira, que pode ser influenciada pela presença de inimigos naturais e pela produção de substâncias tóxicas que podem atrair ou repelir os ácaros ou pelo desenvolvimento de mecanismo de resistência da planta (ROGGIA, 2010).

As folhas de algumas plantas podem ter características morfológicas diferentes, como a presença de domácias (são pequenas estruturas presentes na face inferior das folhas de diversas plantas de importância agrícola e são tipicamente habitadas por ácaros predadores e fungívoros que provêm benefícios às plantas), pelos, ceras, que induzem a formação de um micro habitat, que modificam as interações e o desenvolvimento de ácaros e ou predadores, tricomas glandulares que funcionam como armadilhas, provocando desidratação e, por fim, a produção de compostos voláteis e plantas de

diferentes famílias. Observou-se que *T. urticae* prefere determinados hospedeiros, sendo que as espécies de maior aceitação são fumo, soja, lúpulo e chuva de ouro (BOOM; BEEK; DICKE et al., 2003).

A estrutura morfológica de variedades de alho-poró pode afetar a densidade populacional de *T. tabaci* (DUCHOVSKIENE, 2006).

Observou-se o efeito do manejo das plantas adventícias que nascem entre as linhas de café orgânico, as quais podem estar servindo de refúgio para ácaros predadores da família Phytoseiida. Constatou que, independente do manejo das plantas adventícias, o ácaro predador é mais encontrado em períodos mais secos, período também favorável aos ácaros-praga do café. A manutenção dos ácaros predadores na cultura no período seco pode resultar na redução dos ácaros-praga, minimizando o uso de insumos externos para o seu controle (PEDRO NETO, 2009).

Analisou-se a biologia e comportamento de *T. urticae* e do seu predador, *Phytoseiulus macropilis*, em algodoeiro Bt e não-Bt durante três gerações consecutivas. O algodoeiro Bt não afetou o tempo de desenvolvimento, a viabilidade das formas imaturas e a reprodução dos dois ácaros. Também a preferência para a colonização e postura de *T. urticae* e de *P. macropilis* foram similares entre os algodoeiros Bt e não-Bt. Além disso, não houve alteração na preferência de *P. macropilis*, quando predando de *T. urticae* criado em algodoeiro Bt e não-Bt. O ácaro rajado adquiriu e concentrou em seu corpo aproximadamente 3,97 vezes a quantidade de CryI_{Ac} expressada na planta de algodoeiro (ESTEVES FILHO, 2008).

Diferentes níveis de infestação de *T. tabaci* foram encontrados em cultivares de soja e a incidência foi atribuída à estrutura da folha, à densidade de tricomas, maciez dos tecidos e tamanho dos folíolos, sendo que as características de crescimento afetaram a população do tetraniquídeo (SEDETARIAN et al., 2010).

Utilizando a planta *Coprosma lucida*, JR & G. Forst,

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

espécie nativa e endêmica da Nova Zelândia, para comparar habitats contrastantes como mata nativa, plantações florestais e pastagens, concluiu-se que o habitat mata nativa apresentou um maior número de espécies de ácaros, sendo encontrado um percentual de 63%. Em florestas cultivadas, foram encontradas 38% e apenas 25% em pastagens. Contudo, em pastagens, a planta *C. lucida* apresentou uma maior densidade de ácaros e maior sucesso de colonização. E ainda as espécies de ácaros encontrados em pastagens foram significativamente diferentes dos outros dois tipos de vegetação. Apenas a espécie *Orthotydeus californicus* ocorreu tanto em mata nativa como em florestas plantadas (O'CONNELL et al., 2010).

Pragas estabelecem relações ecológicas com o ambiente e com outros organismos de várias maneiras, sendo uma delas a comunicação por compostos químicos, chamados de semioquímicos, geralmente oriundos do metabolismo secundário, que se relacionam com a defesa da planta (ZARBIN, 2010). Dessa forma, ocorre uma corrida bioquímica co-evolutiva, na qual uma planta desenvolve substâncias tóxicas para se defender de ácaros fitófagos e alguns desses conseguem superar essas defesas, tornando-se, assim, especialistas capazes de desintoxicar ou sequestrar as toxinas vegetais. A capacidade dos insetos de assimilar essas substâncias representa uma vantagem, uma vez que este alimento será utilizado por poucos herbívoros, diminuindo a competição; além disso, estas substâncias podem ser utilizadas pelos insetos para proteção contra agentes patogênicos e ou até mesmo predadores (MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

Os ácaros predadores *P. persimilis* e *N. californicus* são usados para controlar o ácaro-rajado. Os resultados dos estudos comportamentais mostraram que algumas destas espécies são atraídas para a mesma planta e não evitam plantas ocupadas por outras espécies. Porém, podem haver interações complexas como predação intraguilda de *O. laevigatus* sobre *P. persimilis*, pois competições e interferências são mais prováveis de ocorrer entre predadores que

são atraídos para as plantas que possuem as mesmas espécies de herbívoros. No entanto, a ocorrência e a intensidade das interações entre os insetos que são atraídos para as plantas com mesma presa podem ser reduzidas porque os predadores evitam plantas ocupadas com outros predadores (SILVA et al., 2012).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos para avaliar a preferência e não preferência de *T. urticae* a diferentes cultivares de soja (ANDRADE et al., 2008; BOOM, BEEK; DICKE et al., 2003).

4 EFEITO DOS FATORES CLIMÁTICOS SOBRE AS POPULAÇÕES DE TETRANIQUÍDEOS

Vários fatores podem afetar a dinâmica populacional dos tetraniquídeos e contribuir para que estes atinjam níveis populacionais capazes de causar injúrias aos cultivos agrícolas. É possível que haja uma ação integrada entre estes diversos fatores, o que acontece comumente nas espécies de artrópodes (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Entre os principais fatores climáticos favoráveis ao desenvolvimento de ácaros, estão os períodos de estiagem, com baixa umidade relativa do ar, aliada à temperatura em torno de 25°C. As condições meteorológicas também têm efeito sobre os ácaros predadores agentes de controle biológico assim como de outras epizootias naturais (ANDRADE et al., 2008).

Autores citam a influência dos fatores climáticos nas infestações ocasionadas por ácaros fitófagos, como Roggia (2010), que se refere à maior ocorrência de ácaros na safra 2004/05, em relação a safras 2002/03 e 2003/04, devido aos períodos de baixa precipitação pluviométrica.

4.1 Efeito da Umidade

Durante os períodos secos (baixa umidade relativa e alta temperatura), os ácaros têm uma alta taxa de reprodução. Além disso, o aumento da população dos ácaros varia segundo a planta hospedeira, o seu estado nutricional e a presença de inimigos naturais

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE INTERFEREM EM SUA DINÂMICA POPULACIONAL

(ROGGIA, 2010). A umidade relativa, quando alta e contínua, provoca redução na população da praga, por afetar sua ovoposição, eclosão e sobrevivência das larvas e aparecimento de inimigos naturais.

Os ácaros tetraniquídeos colocam mais ovos e vivem mais tempo em condições de baixa umidade atmosférica em relação a condições de atmosfera saturada, porque aumenta sua capacidade de ingestão e aproveitamento de alimento em condições de ambiente seco e há uma maior perda de umidade do corpo, através da cutícula (ANDRADE et al., 2008).

A população de tetraniquídeos geralmente é mantida em equilíbrio pela presença de inimigos naturais. Períodos de estiagem provocam surtos de ácaros em culturas agrícolas porque perturbam este equilíbrio, aumentando a velocidade de reprodução das espécies de ácaros praga, o que não acontece com as espécies predadoras, além de diminuir a incidência de doenças fúngicas, melhorando a qualidade da planta hospedeira e contribuindo para que os fitófagos se estabeleçam (CULLAN; SCHRAMM, 2009).

As fêmeas de tetraniquídeos põem um número maior de ovos e têm maior longevidade quando em ambiente com baixa umidade relativa, sendo que as larvas sobrevivem precariamente em ambiente de elevada umidade (ANDRADE et al., 2008).

Através de levantamentos bissemanais de folhas, ramos e frutos, entre setembro de 1997 e maio de 2000, foi constatada na região Sul de Minas, MG, a ocorrência de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) (GEJSKES, 1939), ácaro vetor do vírus causador da mancha-anular do cafeeiro, durante o ano todo, porém em menor quantidade no período compreendido entre outubro-novembro a fevereiro-março, coincidindo com a época das chuvas e temperaturas elevadas na região. A maior população foi encontrada no período mais seco do ano e com temperaturas amenas, que vai de fevereiro-março a outubro-novembro. Foi constatada também a ocorrência de inimigos naturais, como ácaros predadores pertencentes às famílias Phytoseiidae,

Stigmaeidae, Bdellidae e Tetranychidae (REIS et al., 2000).

A baixa umidade do solo e temperaturas acima de 27°C, promoveram a reprodução de *T. urticae* (WHITE; LIBURD, 2005)

A seca prolongada aumenta população do ácaro rajado (*T. urticae*) em cultivos comerciais de soja, feijão alfafa e milho (CULLEN; SCHRAMM, 2009).

Em solos de várzea encontra-se um ambiente com maior umidade do solo, o qual cria um microclima desfavorável ao desenvolvimento de tetraniquídeos e favorável ao desenvolvimento de inimigos naturais (OLIVEIRA et al., 2011).

4.2 Efeito Da Temperatura

A temperatura é um dos fatores de maior influência na população de ácaros, sendo que temperaturas baixas ou mudanças bruscas reduzem suas populações (ROGGIA, 2010).

Os ácaros têm um ciclo de vida simples, que é dependente da temperatura, podendo variar o ciclo entre 5 a 19 dias. Temperaturas mais quentes aceleram a velocidade de reprodução da maioria das espécies, enquanto temperaturas mais baixas podem retardar o ciclo. Cada fêmea pode produzir até 100 ovos por vez e a população pode aumentar até 70 vezes entre 6 a 10 dias, dependendo das condições climáticas (CULLEN; SCHRAMM, 2009).

Bonato, Mapangou-Divasse e Gutierrez (1995) revelou que tetraniquídeos conseguem se desenvolver em uma ampla faixa de temperatura, de 10,3 a 38°C. Este fato, somado à disponibilidade e qualidade do alimento, influenciam diretamente na duração do ciclo destes ácaros.

O ritmo de postura de fêmeas de *T. urticae* aumentou de acordo com a elevação da temperatura, reduzindo o período de oviposição. A temperatura influi na duração das fases de desenvolvimento, na longevidade das fêmeas e no período de ovoposição. Observou-se também que o hospedeiro influi na duração do período de ovo a adulto, na longevidade de

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

machos, na capacidade de postura e na sobrevivência das fases de desenvolvimento e adulta, porém não influi na duração dos períodos de incubação, pré-oviposição e oviposição e na longevidade de fêmeas de *T. urticae* (BERTOLLO, 2007).

O ciclo biológico do ácaro rajado pode se completar em três semanas sob temperatura de 20 °C e sob temperatura de 30 °C o ciclo se completa em apenas uma semana. Cada fêmea oviposita mais de uma centena de ovos. Com base no ciclo biológico de uma semana e a produção de 50 fêmeas, em quatro semanas cada ácaro pode dar origem a mais de seis milhões de ácaros fêmeas (ROGGIA et al., 2008).

Em cultivo de tomate, a multiplicação do *T. evansi*, acontece em aproximadamente nove dias nos meses mais quentes (>20°C) e secos, sendo considerada a praga mais importante na África do sul. Este ciclo aumenta para 15 a 20 dias no inverno. Geralmente, estes ácaros atacam os brotos e frutos, sugando o conteúdo. Períodos de estiagem e ventos favorecem o desenvolvimento e cultivos irrigados ou em períodos chuvosos desfavorecem o desenvolvimento (CUJANE, 2008).

4.3 Efeito da Precipitação

A precipitação pluvial é um elemento natural importante para a manutenção da vida na Terra, sendo indispensável para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água para as plantas e a atividade biológica do solo, além de ser fator condicionante para a agricultura (PEDRO NETO, 2009).

O aumento da temperatura tem influência direta na precipitação, podendo ocorrer redução de 10% a 30% em todas as regiões brasileiras, prejudicando diretamente a produção de alimentos (MOLION, 2008).

A precipitação pluvial diminui, por meio de ação mecânica, as populações de pragas importantes em várias culturas. Há diversos relatos sobre a influência da precipitação pluvial nas densidades populacionais

de insetos e ácaros (FRANCO et al., 2008; PEDRO NETO, 2009; ROGGIA, 2010; REIS et al., 2000; SILVA et al., 2012).

A precipitação ajuda a diminuir as populações de ácaros, pois as chuvas fortes causam aumento da umidade relativa, como também lavam as folhas das plantas, podendo ocorrer eliminação dos ácaros por afogamento ou pelo golpe direto das gotas de água (PEDRO NETO, 2009).

Algumas espécies de tetraniquídeos como, por exemplo, *T. bastosi*, produzem grande quantidade de teia sobre suas colônias, o que prejudica a arquitetura da planta, atrapalhando a captação da luz solar pelas folhas. Para as colônias, a teia tem a função principal de dificultar o forrageamento de predadores, além de protegê-las da ação destrutiva das chuvas, estabelecendo o domínio local da espécie, favorecendo um microclima ideal para a incubação dos ovos (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A flutuação populacional do ácaro da Leprose dos Citros, *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (SAYED, 1946) (Acari: Tenuipalpidae) estudada em pomar comercial no município de Taquari, Rio Grande do Sul, foi influenciada pela umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Relativamente ao ácaro da *B. phoenicis*, especula-se que condições inadequadas de manejo da cultura dos citros, como a falta de água, influencia sua população. Mesmo ocorrendo na cultura de citros durante todo o ano, sua maior incidência ocorre nos meses com estiagem. No inverno, ocorre seu pico populacional, decrescendo gradativamente, na medida em que a precipitação pluviométrica aumenta. Quanto mais longo o período de falta de chuvas, melhores serão as condições para o crescimento da população desse ácaro (OLIVEIRA et al., 2011). Nos períodos mais chuvosos e, com maior umidade relativa do ar, que coincidem com os meses de outubro a março, há uma menor ocorrência do ácaro (FALCONI, 2007).

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

INTERFEREM EM SUA DINÂMICA POPULACIONAL

O efeito da temperatura, da umidade e da precipitação mostraram-se bem relacionadas com as populações de *T. urticae* em citros. O aumento populacional esteve relacionado com a menor precipitação, enquanto que flutuações de temperatura tiveram menor efeito entre as diferentes estações do ano (PASCUAL; FERRAGUT, 2003).

Os ácaros fitófagos *Dichopelmus notus* Keifer e *Oligonychus yothersi* (McGREGOR) tiveram picos populacionais no período de temperatura amena e baixa precipitação pluviométrica, no cultivo de erva-mate em Dois Vizinhos, PR (GOUVEA et al., 2006).

Pedro Neto (2009) estudando a espécie, *O. ilicis*, em sistema de produção de café orgânico e convencional, durante os meses junho de 2006 a julho de 2008, concluiu que a precipitação pluvial influencia a densidade populacional de ácaros encontrados nos dois sistemas, em períodos de menor precipitação, tendendo-se a encontrar números maiores de ácaros em ambos os sistemas. No sistema orgânico ocorreu menor oscilação das espécies encontradas. Franco et al. (2008) observaram que o período de menor ocorrência de *O. ilicis* coincide com o período chuvoso. A correlação da precipitação pluvial foi negativa para o número total de ácaros encontrados nos dois sistemas de produção, demonstrando que a precipitação pode ser um método mecânico de controle de ácaros na cafeicultura. No sistema de produção orgânica, a precipitação não foi significativa, indicando que a acarofauna não depende da precipitação, isso devido à presença de plantas arbóreas nas bordas e entre as plantas de café, servindo de barreira. Já no sistema de produção convencional, a precipitação pluvial foi significativa no total de ácaros e no número de ácaros-praga, e não foi significativa para o total de predadores (PEDRO NETO, 2009).

Chuvas intensas e períodos prolongados com elevada umidade relativa do ar resultam na diminuição da taxa reprodutiva das fêmeas de tetraniquídeos na cultura da soja (ROGGIA 2008; ROGGIA et al., 2009).

Em pomares de citros em Descalvo, SP, a espécie *P. citri* obteve correlações negativas para temperatura e precipitação, ou seja, condições mais quentes e chuvosas foram desfavoráveis para o ácaro-praga. O maior pico populacional para essa espécie foi observado entre junho e julho (SILVA et al., 2012).

A temperatura e a precipitação não influenciaram a população do ácaro *Calacarus heveae*, e o ácaro *Tenuipalpus heveae* teve aumento na quantidade de indivíduos com a diminuição da temperatura e da precipitação pluviométrica no cultivo da seringueira (HENRIQUE; MARUYAMA, 2012).

4.4 Efeito do estresse hídrico da planta hospedeira e a população de ácaros

O conceito de estresse implica a presença de um fator externo à planta, que exerce influência negativa sobre seu desenvolvimento. Durante todo seu ciclo, as plantas estão expostas a um grande número de condições e fatores estressantes, que podem ser agrupados em bióticos (insetos, ácaros, fungos, vírus, etc.) e abióticos (estresse hídrico, salino, temperatura, nutricional, entre outros) (FALCONI, 2007). Como resposta ao estresse, as plantas acumulam hormônios rapidamente, induzindo a expressão de genes que codificam proteínas que fazem parte da resposta a adaptações às condições adversas (TADEO, 2000).

O estresse hídrico ocorre sempre que as condições ambientais levam à insuficiente absorção ou transporte de água pela planta para que essa recupere a água perdida pela transpiração. Severos estresses inibem o crescimento vegetativo da planta e/ou crescimento do fruto, causando murchamento e queda de folhas. É conhecido por causar a queda das folhas em algumas plantas, a qual pode ser potencializada quando o estresse é combinado com o dano causado por ácaros, infecção patógena ou outros estresses (ANDRADE et al., 2008).

Os ácaros necessitam encontrar na planta hospedeira alimentos solúveis, em forma de aminoácidos, açúcares e minerais. Quando o metabolismo da planta é alterado devido à ação de alguma adversidade,

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE INTERFEREM EM SUA DENSIDADE POPULACIONAL

pode ocorrer a proliferação desses organismos, tendo por origem um aumento do seu potencial biótico, ocorrendo uma ação sobre a fecundidade, longevidade e velocidade de reprodução (FALCONI, 2007).

A alimentação do ácaro e o estresse por déficit hídrico estão estreitamente correlacionados devido à queda da folha e à injúria da planta. O estresse da planta por falta de água afeta a taxa de desenvolvimento do ácaro e a injúria da alimentação do ácaro também acelera a transpiração da planta, perda de água e, conseqüentemente, reduz a fotossíntese (SANCES; GIMAN; TING, 1979).

Plantas simultaneamente sujeitas ao estresse hídrico e à injúria alimentar de ácaros apresentam uma menor taxa de trocas gasosas, comparadas às plantas submetidas a apenas uma dessas adversidades (OI et al., 1989, 1986).

O efeito do estresse hídrico sobre populações de ácaros tem sido avaliado por pesquisadores, causando aumento populacional em algumas espécies (OI et al., 1989, WHITE & LIBURD, 2005), decréscimo em outras e ainda não provocando efeito algum em sua população. Tais variações podem ser atreladas às espécies de plantas hospedeiras e à intensidade do estresse que foram submetidas, bem como a forma como o estudo foi conduzido (TRINDADE, 1995).

Nos últimos anos, tem sido explorada a hipótese de que o estresse hídrico aumenta a suscetibilidade das plantas aos herbívoros-praga, baseando-se na variação das concentrações de compostos nitrogenados solúveis presentes nas plantas. A resposta dos herbívoros ao estresse hídrico da planta depende do tempo em que a planta ficou exposta a essa adversidade, tanto pela falta quanto pelo excesso de água (WHITE; LIBURD (2005). Tal fato foi referido também por Van Emden (1987), que relaciona o aumento populacional de ácaros à quantidade de aminoácidos nos tecidos das plantas.

Em plantas estressadas por períodos de estiagem, a temperatura de suas folhas é mais elevada do que

naquelas não estressadas; sendo assim, os fitófagos que delas se alimentam terão sua temperatura corporal maior, proporcionando uma temperatura perto da ótima para o seu desenvolvimento e reprodução, sendo que o estresse hídrico pode aumentar a disponibilidade de nutrientes, diminuir as concentrações de combinações defensivas nas folhas ou alterar a relação de nutrientes envolvidos em suas defesas químicas (MATTSON; HAACK, 1987).

O efeito do estresse hídrico em plantas de soja sobre populações do ácaro *T. urticae*, reduziu a população da praga em função do estresse e influenciou a taxa de oviposição das fêmeas (OLOUMI-SADEGHI et al., 1988).

A fecundidade de *T. urticae*, em plantas de feijão reduziu sob condições de fraco estresse hídrico, aumentando em intensidades intermediárias e reduzindo-se novamente quando submetido ao estresse severo, sendo que a duração dos estágios imaturos também aumentou com a intensidade do estresse (ENGLISH-LOEB, 1989).

As tensões potenciais impostas pelo déficit hídrico geram desequilíbrios nutricionais ou poluentes externos que melhoram o desenvolvimento das pragas e diminuem a resistência da planta (MONTEIRO; GUY FAUVEL, ORTS, 2008).

O efeito do estresse hídrico sobre o crescimento populacional do ácaro vermelho europeu *Panonychus ulmi* (Koch) em macieira, mostraram que a condutância estomática explicou 49,7% da variância no número de ácaros. O número de ácaros aumentou quatro vezes e a baixa umidade da superfície da folha da folha reduziu a transpiração das árvores com escassez de água, aumentou a oviposição e a mortalidade das larvas. As temperaturas diárias das folhas com escassez de água foram em média 1,5° C a mais do que as outras árvores. Porém, isto não resultou em um aumento nas populações de ácaros, por causa da influência negativa da baixa umidade foliar. As formas móveis de *P. ulmi* foram duas vezes maiores em macieiras cultivadas sob o regime de capacidade de campo

ÁCAROS FITÓFAGOS EM PLANTAS CULTIVADAS E OS FATORES QUE

do que o de irrigação reduzida. O tratamento sem irrigação foi o que apresentou a menor população de ácaros e as mudanças fisiológicas que ocorreram nas macieiras, motivadas por estresse hídrico, repercutiram no desenvolvimento de *P. ulmi* (MONTEIRO et al., 2008).

O aumento da população de tetraniquídeos em amêndoas estressadas foi atribuído à elevada temperatura na superfície das folhas, que consequentemente aumentaram o metabolismo dos ácaros e seu desenvolvimento (OI et al., 1989).

Em plantas de *Evonymus alata*, estressadas pela falta de água, o ácaro *T. urticae* desenvolveu-se mais rapidamente quando comparado a plantas que receberam quantidades adequadas e excessivas de água (SMITLEY; PETERSON, 1991).

O efeito de diferentes disponibilidades hídricas foi analisado, baseando-se na evapotranspiração total das plantas (ET): moderada (80%ET), ideal (100%ET) e excessiva (120%ET), na produção de ovos e no crescimento da população do ácaro purpúreo, *P. citri*, em limão e laranja, e concluíram que as variações na sensibilidade das plantas à irrigação diferenciada, sendo o limão menos e a laranja mais sensível. As taxas de produção de ovos independeram do nível de irrigação, assim como o crescimento das populações de ácaros em plantas comerciais de laranja diferentemente irrigadas (HARE; RETTIG; PEHRSON, 1989).

Ainda na citricultura, comparando o efeito da irrigação da sobrecopa (canhão) em relação à subcopa (microaspersão e gotejamento) na população de ácaros, houve reduções da população na sobrecopa dos ácaros da falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* e texano *Eutetranychus banksi* e aumento na população de ácaro vermelho *P. citri*.

No caso do *B. phoenicis*, praga-chave na citricultura, além de danos diretos causa à transmissão do vírus "Citrus leprosis vírus" (CiLV) (RODRIGUES, 2000). Sua população é favorecida pelo tempo seco (OLIVEIRA et al., 2011), que pode estar associado à falta de água a que a planta hospedeira está sujeita

(SOUZA, 2002). Em experimentos realizados em casa de vegetação, as plantas mantidas sobre condições de estresse hídrico, o *B. phoenicis* obtiveram um aumento populacional maior em plantas estressadas pela falta de água, quando comparadas a plantas mantidas em condições ideais e com excesso de água (SOUZA, 2002).

A disponibilidade de água para a planta influencia no desenvolvimento de *B. phoenicis*, visto que, em plantas submetidas a 25%CC (capacidade de campo), o número de ácaros foi maior que nos demais regimes hídricos, decrescendo à medida que a disponibilidade de água foi maior, atingindo seu menor índice populacional aos 70%CC. Em relação à severidade da Leprose, as plantas submetidas a 25 e 40%CC obtiveram notas mais altas, evidenciando maior suscetibilidade da planta à doença e mais rápida evolução dos sintomas (FALCONI, 2007).

A influência da temperatura foliar com infestação de *B. phoenicis* e a severidade da Leprose em citros submetidos a diferentes condições hídricas foi observada, concluindo-se que a população de *B. phoenicis* infectada com o CiLV foi maior que a população de ácaro não-infectada. A temperatura foliar influenciou o desenvolvimento de *B. phoenicis* e o aumento da temperatura foliar esteve correlacionado à severidade da Leprose, não sendo os teores de nitrogênio foliar influenciados pelo déficit hídrico nem pelos ácaros (ANDRADE et al., 2008).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de ácaros tem ganhado importância tanto pelas injúrias causadas às culturas de agrícolas quanto pela necessidade de controle.

A qualidade da planta hospedeira é um fator determinante para o desempenho de um ácaro, pois é sabido que alterações na fisiologia e bioquímica da planta afetam diretamente seu desenvolvimento e ciclo.

A temperatura é o mais importante fator ambiental que afeta a população de tetraniquídeos, variando, porém, de acordo com a espécie, sendo

que temperaturas elevadas e baixa umidade relativa favorecem o desenvolvimento populacional de tetraniquídeos, enquanto que chuvas abundantes contribuem para a redução da infestação e o estado nutricional da planta hospedeira, assim como estresses sofridos pela planta hospedeira também interferem na dinâmica populacional, pois seu potencial biótico é aumentado, ocorrendo elevação na sua fecundidade (número de ovos postos diariamente), da sua longevidade (fazem posturas até a morte), pela redução do seu ciclo evolutivo (aptidão para chegar mais rápido à idade reprodutiva) e por uma maior proporção de fêmeas na população (distorção na proporção de sexos).

Diante dos fatos mencionados, trabalhos que abordem a relação ácaros-planta hospedeira e os fatores que interferem a dinâmica populacional e o potencial biótico dos tetraniquídeos são de suma importância para pesquisadores, produtores e para os sistemas de produção agrícola.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D.J.; OLIVEIRA, C.A.L.; FALCONI, R.S.; PATTARO, F.C.; FERNANDES, E.J. Efeito do déficit hídrico e da presença do vírus da Leprose dos citros na temperatura foliar e sua relação com a população de *Brevipalpus phoenicis* e a severidade da doença em plantas cítricas. *Laranja, Cordeirópolis*. v. 29. n.1-2, p, 1-15. 2008.

BERTOLLO, E. C. Efeito da temperatura e do hospedeiro na biologia do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE). Dissertação (Mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

BONATO, O.; MAPANGOU-DIVASSA, S.; GUTIERREZ, J. Influence of relative humidity on life-history parameters on *Mononychellus progressivus* and *Oligonychus gossypii* (Acari Tetranychidae). *Environmental Entomology*, v. 24, n. 4, p. 841-844, 1995.

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, p. 177-183, 2003.

CUANE, J.A. Efeito da nutrição (*Lycopersicon esculentum* Miller.) no controle do Ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*), em tomate da época fresca na Estação Agrária do Umbeluzi. Tese (Doutorado). Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade de Eduardo Mondlane, Maputo, 2008.

CULLEN, E.; SCHRAMM, S. Two-spotted spider mite management in soybean and corn. Madison: University of Wisconsin - Extension, 2009.

DUCHOVSKIENE, L. The abundance and population dynamics of onion thrips (*Thrips tabaci* Lind) in leek under field conditions. *Agronomy Research*. Berlin, v. 4, p. 163-166, 2006.

ENGLISH-LOEB, G.M. Nonlinear responses of spider mite to drought-stressed host plants. *Ecologic Entomology*, v. 14, n.1, p. 45-55, 1989.

ESTEVES FILHO, A.B. Interação entre o algodoeiro Bollgard[®], o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (acari: tetranychidae) e o predador *Phytoseiulus macropilis* (banks) (acari: phytoseiidae). Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

FALCONI, R.S. Inter-relação: citros, porta-enxerto, doença e ácaro da Leprose em plantas submetidas a estresse hídrico e nutricional. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros de importância agrícola. 5. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1983.

FRANCO, R. A.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S.; ALTOÉ, B. F.; PEDRO NETO, M. Dinâmica populacional de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro e de fitoseídeos associados a ele. *Coffee Science, Lavras*. v. 3. n. 1. p. 38-46, jan./jun. 2008.

GOUVEA, A.; BOARETTO, L.C.; ZANELLA, C.F.; ALVES, L.F.A. Dinâmica Populacional de Ácaros (Acari) em Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae). *Neotropical Entomology*, v. 35. n.1. p. 101-111. 2006.

HARE, J.D.; RETTIG, J.M.; PEHRSON, J.E. Egg production and population growth of the citrus red mite (Acari: Tetranychidae) on differentially irrigated citrus trees. *Environmental Entomology*, v. 18. n.4. 651-59p. 1989.

HENRIQUE, C. S.; MARUYAMA, W.I. Levantamento populacional de ácaros em seringueira (*Hevea brasiliensis* muell. agr.) em Cassilândia/MS. *Anais do encontro de iniciação científica*. v. 1. n. 1 (3). p. 5. 2012.

MATTSON, W.J., HAACK, R.A. The role of drought estresse in provoking outbreaks of phytophagous insects. In: BARBOSA, P. SCHULTZ, J.C. *Insect outbreaks*. New York: Academic, 1987. p. 365-407.

MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanism. *Braz. J. Plant Physiol. Campinas*. v. 14. p. 71-81, 2002.

MOLION, L. C. B. Considerações sobre o aquecimento global antropogênico. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*. v. 29. n. 246. p. 7-18. set./out. 2008.

MONTEIRO, L.A.; GUY FAUVEL, G.; ORTS R. Influência do estresse hídrico sobre a fisiologia de macieiras e a flutuação de *Panonychus ulmi* (acari: tetranychidae). *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba*. v. 6. n. 1. 97-106p. jan./mar. 2008.

MONTES, S.M.N.; RAGA, A.; MINEIRO, J.F.L.C. Avaliação da Acarofauna em pessegueiros sob efeito de fungicidas. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 7. n. 1. p. 7, jan./jun. 2010.

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

NORTON, R.A.; KETHLEY, J.B.; JOHNSTON D.E.; OCONNOR, B.M. Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. In: WRENSCH, D.L.; EBBERT, M.A. (Orgs.). *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. New lork: Chapman & Hall Publications, 1993.

O'CONNELL, D.M.; LEE, W.G.; MONKS, A.; DICKINSON, K.J.M. Does microhabitat structure affect foliar mite assemblages? *Ecological Entomology*. v.35. Issue 3. 317-328p. 2010.

OI, D.H.; SANDERSON, J.P.; YOUNGMAN, R.R.; BARNES, M.W. Development times of the pacific spider mite (Acari: Tetranychidae) on water-stressed almond trees. *Environmental Entomology*, v. 18. n. 2. p. 208-212, 1989.

OLIVEIRA, M.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S.; ROGGIA, S. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos e predadores associados à soja em cultivos de várzea e coxilha. *Revista Brasileira Agrociência, Pelotas*. v.17. n.2-4, p. 211-220, abr./jun. 2011.

OLOUMI-SADEGHI, H.; HELM, C.G.; KOGAN, M.; SCHOENEWEISS, D.F. Effect of water stress on abundance of twospotted spider mite on soybeans under greenhouse conditions. *Entomology Experimental Applied*, v.48, n.1, p. 85-90p, 1988.

PASCUAL, A.; FERRAGUT, F. Influence of climatic conditions on population dynamics of *Tetranychus urticae* and *Euseius stipulatus* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on clementines (*Citrus reticulata*), *Bulletin oilb/srop, Valencia*. v. 26. n. 6. p. 211, 2003.

PEDRO NETO, M. Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em cafeeiro orgânico e convencional. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

- REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; PEDRO NETO, M.; TEODORO, A. V. Flutuação populacional do ácaro da mancha-anular do cafeeiro e seus inimigos naturais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Poços de Caldas. Resumos... Brasília: EMBRAPA-CAFÉ. 1210-1212p. 2000.
- RODRIGUES, J.C.V. Relações patógeno-vetor-planta no sistema Leprose dos citros. Tese (Doutorado), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- RODRIGUES, D.M. Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2010.
- ROGGIA, S. Caracterização de fatores determinantes dos aumentos populacionais de ácaros tetraniquídeos em soja. 2010. 154 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.
- ROGGIA, S.; GUEDES, J. V. C.; KUSS, R. C. R.; ARNEMANN, J. A.; NÁVIA, D. Ácaros associados à soja no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. v. 43, n. 3, p. 295-301, 2008.
- SANCES, F.V.; GIMAN, J.A.; TING, I.P. Physiological responses to spider mite infestations on strawberries. *Environmental Entomology*, v. 8. n. 2, p. 711-714p. 1979.
- SIQUEIRA, F. Biologia e flutuação populacional de *Mononychellus planki* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merr. e impacto do imidacloprido em aspectos biológicos do adulto. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- SILVA, A.G.; SOUZA, B.H.S.; RODRIGUES, N.E.L.; BOTTEGA, D.B.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Interação tritrófica: aspectos gerais e suas implicações no manejo integrado de pragas. *Nucleus*. v. 9. n. 1., páginas, abr. 2012.
- SMITLEY, D.R.; PETERSON, N.C. Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) population Dynamics and Growth of *Evonymus alata* 'Compacta' in response to irrigation rate. *Journal Economic Entomology*, v. 84. n. 6, p. 806-1811, 1991.
- SOUZA, R.S. Aspectos da inter-relação: ácaro da Leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *Citrus sinensis* (L.) e meio ambiente. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- TADEO, F.R. Fisiología de las plantas y el estrés. In: BIETO-AZCÓN, J.; TALÓN, M. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona: McGraw-Hill, 2000. p. 481-498.
- TRINDADE, M.L.B. Influências de nutrientes e piretróides na atividade biológica de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) em algodoeiro. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômica da Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 1995.
- VAN EMDEN, H.F. Sources of plant variation in susceptibility to pest. In: BURN, A. J., COAKER, T.H., JEPSON, P. C. Integrated pest management. London: Academic Press, 1987. p. 27-68.
- WHITE, J.C.; LIBURD, O.E. Effects of soil moisture and temperature on reproduction and development of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in strawberries. *Journal of Economic Entomology*, v. 98. n.1, p. 154-158, 2005.
- YANINEK, J. S.; MORAES, G.J. Classical biological control of mites in agriculture. In: International Congresso f Acarology, 8., Ceske Budejovice, Czekoslovakia. Abstracts... 14p. 1990.
- ZARBIN, P. H. G. et al. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. *Química Nova*. v.32. n.3. p. 14, 2009.