



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO

ASPECTOS ESPAÇO - TEMPORAIS DE INFESTAÇÕES DE
***Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**
EM CITROS NA BAHIA

SUELY XAVIER DE BRITO SILVA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
AGOSTO - 2011

**ASPECTOS ESPAÇO - TEMPORAIS DE INFESTAÇÕES DE
Brevipalpus phoenicis (GEIJSKES, 1939) (ACARI:TENUIPALPIDAE)
EM CITROS NA BAHIA**

SUELY XAVIER DE BRITO SILVA

Engenheira Agrônoma
Universidade Federal da Bahia, 1989.

Tese submetida à Câmara de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co-orientadora: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

S586

Silva, Suely Xavier de Brito.

Aspectos espaço – temporais de infestações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros na Bahia / Suely Xavier de Brito Silva. – Cruz das Almas, Ba, 2011. 108f.; il.

Orientador: Francisco Ferraz Laranjeira.

Co-orientadora: Ana Cristina Fermino Soares.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Frutas cítricas – Doenças. 2.Controle – Ácaro.
I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 634.3

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO DA ALUNA
SUELY XAVIER DE BRITO SILVA**

Dr. Francisco Ferraz Laranjeira
EMBRAPA – CNPMF
(Orientador)

Dr. Marcos Lhano
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Dr^a. Aloyséia Cristina da Silva Noronha
EMBRAPA – Amazônia Oriental

Dr. Eduardo Chumbinho de Andrade
EMBRAPA – CNPMF

Dr. Eduardo Augusto Girardi
EMBRAPA – CNPMF

Tese homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências
Agrárias em

Conferindo o Grau de Doutor em Ciências Agrárias em

Ao povo simples do Recôncavo e Litoral Norte da Bahia,
o qual, de sua labuta quotidiana, transforma suor em
em riqueza e identidade cultural - a citricultura!

Ofereço

Aos meus pais, José Brito e Linete (*in memoriam*), amor incondicional,
a Luisa e Julianna, razão deste desafio,
a J. Mauro, companheirismo,
partícipes desta caminhada!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Pela paz, saúde e coragem diante dos desafios da vida, agradeço à Deus;

Ao Dr. Francisco Ferraz Laranjeira, pela generosa partilha do conhecimento, pelo tempo e paciência dispensados na orientação;

À Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares, além de co-orientadora, esteve ao meu lado, a apoiar-me em muitos desafios que a caminhada nos trouxe;

Ao Dr. Antônio S. do Nascimento, pelo incentivo e orientações científicas;

À Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB)/Gerência de Cruz das Almas, na pessoa de Dr. Cleômenes Nunes Torres, pelo apoio logístico ao trabalho de campo e pelo agradável ambiente de trabalho;

Aos diretores da ADAB, Dr. Paulo Emílio Torres e Dr. Armando S. Nascimento Filho, pela compreensão diante das minhas ausências no cenário institucional;

Aos colegas Ricardo Falcão e Ricardo Motta pela tríplice coordenação do Projeto Fitossanitário de Citros, permitindo-me maior tempo de dedicação à tese;

À Dr^a Jucimara Rodrigues dos Santos (SEAGRI), pelo incentivo e amizade;

Aos Drs. Hermes Peixoto Santos-Filho e Eduardo Chumbinho de Andrade, pelas colaborações científicas, pelo agradável convívio durante essa trajetória;

Ao colega Décio de Oliveira Almeida, pela dedicação e responsabilidade com a coleta de dados, pela amizade e a Francine dos Santos, pela colaboração nos levantamentos de campo;

À equipe ADAB/C. das Almas: M^a Aparecida (“Cida”), Danúzia, Ivana, Karla, Mona Lisa, Nilza, A. Guerra, C. Vidal, Erivaldo (“Zão”), Genilson, Gilson, Gerson, Luiz Eduardo (“Dado”), Ronald, Wilson e Ygor, pela união e alegria;

À família cruzalmense: Kátia e Aramis; Léo e Sandra; Lígia e Cassiano; D. Ilda, Lourdes e Júnior; Norma, Luzia, Solange e Joilda; tio Antônio e Graça; Rita Augusto; Marcos, Paty e Gleize, pelo acolhimento e convívio fraterno;

Aos produtores rurais do Recôncavo Baiano e do Litoral Norte pela concessão de seus pomares, os quais serviram de cenário à investigação científica.

À EMBRAPA/CNPMF pela oportunidade do estágio e ao CNPQ pelo financiamento de parte do trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1	
TAMANHO MÍNIMO DE AMOSTRA, PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA DE <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes,1939) (Acari: Tenuipalpidae) NO RECÔNCAVO BAIANO	19
Capítulo 2	
DINÂMICA DA INFESTAÇÃO DE <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes,1939) (Acari: Tenuipalpidae) EM POMARES CÍTRICOS DA BAHIA	44
Capítulo 3	
INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA DINÂMICA DE INFESTAÇÃO DE <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes,1939) (Acari: Tenuipalpidae) EM POMARES CÍTRICOS.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95

ASPECTOS ESPAÇO - TEMPORAIS DE INFESTAÇÕES DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM CITROS NA BAHIA

Autora: Suely Xavier de Brito Silva

Orientador: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co- Orientador: Ana Cristina Fermino Soares

Resumo: o agronegócio citros ocupa 59.330 ha e produz por volta de 970 mil t., conferindo à Bahia a 2ª posição no *ranking* nacional da produção. Juntos, o Recôncavo Baiano (RB) e Litoral Norte (LN) respondem por 80% da citricultura baiana. De caráter polífago e cosmopolita, o ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) tem destaque por transmitir importantes viroses aos cultivos de frutíferas e espécies ornamentais. Mundialmente, a mais importante e estudada é a leprose dos citros (CiLV), pois desencadeia danos econômicos, além de requerer um dispêndio anual de 75 milhões de dólares para o controle do vetor. Apesar de prevalente em 100% dos pomares citrícolas da Bahia, ele só é categorizado como praga nas regiões de ocorrência do *Citrus Leprosis Virus*-CiLV (no LN e Oeste), haja visto nenhum trabalho ter sido desenvolvido no Estado acerca do seu envolvimento na transmissão de viroses em ornamentais. Com este estudo, objetivou-se: determinar o tamanho mínimo da amostra para quantificar a prevalência e incidência de ácaros *B. phoenicis* no RB, em área livre de CiLV; compreender a dinâmica espaço-temporal da infestação do ácaro no RB e LN; sob enfoque ecológico, estudar a probabilidade de infestação do ácaro em plantas e frutos. Num total de 145 pomares avaliados em municípios do RB, o tamanho mínimo da amostra foi de 18 e 89 pomares, para quantificar a incidência do vetor em plantas e frutos, respectivamente. A incidência de *B. phoenicis* foi de 74% e 63% em plantas e 41% e 34% em frutos, nas amostragens de abril e setembro de 2008, respectivamente. O padrão espacial foi do tipo agregado para pomares. A proporção média de plantas infestadas variou de 0,38 a 1,0. Em frutos, o mínimo de infestação foi de 10%, atingindo o máximo de 66% no LN e 73% no RB. A tendência sazonal apresentou maior número de unidades infestadas na primavera-verão (Nemenyi, $p < 0,05$). A

análise de densidade espectral mostrou a ocorrência de dois ciclos no padrão de infestação, um de aproximadamente dois meses e outro, anual. Este, possivelmente relacionados com as interações vetor-hospedeiro-ambiente, e aquele, com o ciclo de vida do ácaro. O padrão de infestação intra e inter-pomares foi aleatório. A probabilidade de infestação correlacionou-se positivamente com temperatura e fotoperíodo e negativamente com dias de chuva, precipitação, umidade relativa do ar e fração de água disponível no solo (Spearman, $p < 0,01$). Pela técnica de Quantile-Quantile foram determinados limiares associados a mudanças na taxa de infestação (Ti): 24,5°C, 14 dias de chuva, 70 mm de chuva, 81% de UR, 50% de água disponível no solo, 71 mm de evapotranspiração, 6h/dia de insolação média e 12h de fotoperíodo. A combinação de dias mais longos, altas temperaturas, menores índices de umidade relativa e baixa evapotranspiração aumentou a probabilidade de infestação de plantas por *B. phoenicis*, enquanto que sucessivos eventos de chuva diminuíram este risco. As taxas de infestação foram influenciadas negativamente por umidade relativa superior a 83% e, positivamente pela diminuição da fração de água disponível no solo, pela insolação e fotoperíodo.

Palavras - chave: Vetor, dinâmica da infestação, área livre de CiLV.

SPATIAL- TEMPORAL ASPECTS OF *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) INFESTATIONS IN CITROS OF BAHIA

Author: Suely Xavier de Brito Silva

Adviser: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co- Adviser: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

Abstract: citrus agribusiness occupies 59,330 ha and produces around 970 000 tons, giving to Bahia State 2nd place in the national production ranking. Together, Recôncavo of Bahia (RB) and Litoral Norte (LN) produce 80% of the citrus production in Bahia. Polyphagous and cosmopolitan, the mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) has highlighted because transmits important plant viruses to fruit cultivation and ornamental species. Around the world, the most important and studied is the citrus leprosis (CiLV), it triggers economic damages, and requires an annual cost of US\$ 75 million of the production chain for the vector control. Although prevalent in 100% of the citrus orchards of Bahia, the mite has been categorized as a pest, only in the regions that CiLV occurs (in LN and West) and no work has been developed in the state about its involvement in the transmission of viruses to ornamental species. This study aimed to determine the minimum sample size to quantify the prevalence and incidence of *Brevipalpus* mites in the BR, a free area of CiLV; understand the spatio-temporal dynamics of mite infestation in RB and LN, by an ecological approach to study the probability of mite infestation in plants and fruits. The minimum sample size was 18 and 89 orchards to quantify the incidence of vector in plants and fruits, respectively. The incidence of *B. phoenicis* was 74% and 63% in plants and 41% and 34% in fruits in samples collected in April and September of 2008, respectively. The spatial pattern was aggregated for orchards. The average proportion of infested plants ranged from 0.38 to 1.0. In fruits, the minimum infestation was 10% to a maximum of 66% in LN and 73% in the RB. The seasonal trend showed a higher number of infested units in the spring-summer (Nemenyi, $p < 0.05$). The spectral density analysis showed the occurrence of two cycles in the pattern of infestation, one of nearly two months and another, annual. These, possibly

related to biology and vector-host - environment interactions, respectively. The pattern of infection within and between orchards was random. The likelihood of infestation was positively correlated with temperature and photoperiod, and negatively with days of rain, precipitation, relative humidity and water soil available fraction (Spearman, $p < 0.01$). Using the Quantile-Quantile technique, thresholds were determined and associated with changes in the rate of infestation (R_i): 24.5 °C, 14 days of rain, 70 mm of rain, 81% RH, 50% of available water in soil, 71 mm evapotranspiration, the average insolation 6h/day and 12h photoperiod. The combination of longer days, higher temperatures, lower rates of evapotranspiration and low relative humidity increased the likelihood of infestation of plants by *B. phoenicis*, while successive rainfall events decreased this risk. Infestation rates were influenced negatively by relative humidity exceeding 83% and positively by decreasing the fraction of available soil water by sunlight and photoperiod.

Key words: Vector, infestation dynamics, free area of CiLV

INTRODUÇÃO

AGRONEGÓCIO CITROS: ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Desde a década de 1980 o Brasil figura como primeiro produtor mundial de citros e principal exportador de suco de laranja concentrado e congelado. Dados da *Food and Agriculture Organization of United Nations* indicam que o país responde por 28% da oferta mundial de laranja e 80% do comércio de suco (FAO, 2008). Considerando o volume de produção e divisas geradas, a citricultura brasileira destaca-se como relevante atividade sócio-econômica, cujas exportações de sucos e subprodutos do processamento atingiram a marca recorde de US\$ 2,04 bilhões em 2010, ou 11,5% a mais do que o faturamento registrado em 2009 e com previsão otimista para a próxima década: crescimento anual de 3% (ASSOCITRUS, 2011).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), em 2009 o Brasil produziu 19.685.316 toneladas de cítricos (laranja, lima ácida 'Tahiti' e tangerina), numa área plantada correspondente a 898.825 hectares, sendo que a região Nordeste contribuiu com 1.951.460 toneladas. A Bahia participou com 975.677 toneladas, o que lhe confere a segunda colocação no *ranking* nacional dos Estados produtores de citros (IBGE, 2009).

Além da exportação de suco concentrado, outra importante via de escoamento da produção de cítricos é o mercado interno que absorve praticamente toda a laranja comercializada na forma *in natura* (CNPMPF / EMBRAPA, 2005). Nessa modalidade a Bahia atende à demanda do mercado consumidor nordestino, mantendo relações comerciais com Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí e, eventualmente, com as regiões Sul e Sudeste do país (ADAB, dados não publicados).

A citricultura baiana ocupa, aproximadamente, 59.330 hectares (IBGE, 2009) e concentra-se principalmente no Litoral Norte e Recôncavo Baiano, responsáveis por mais de 80% de sua produção (PASSOS e SANTANA, 2004). Com predominância de minifúndios menores que 10 hectares, essa atividade possui forte papel social por gerar renda para 260 mil pessoas, via empregos diretos e indiretos (EMBRAPA/CNPMF, 2005).

ÁCAROS: AMEAÇA FITOSSANITÁRIA

Freqüentemente o patrimônio agrícola sofre com ameaças fitossanitárias, haja vista o risco de introdução e estabelecimento de pragas ausentes ao parque citrícola nacional. Seja em nível internacional, ou doméstico, a introdução de material propagativo ou de ornamentais procedentes de locais de ocorrência da leprose dos citros e de outras viroses associadas aos *Brevipalpus*, potencializa a disseminação destas para novas áreas (CHILDERS e RODRIGUES, 2005).

Dentre os riscos fitossanitários, salientam-se aqui os ácaros, em especial os da família Tenuipalpidae, que ocorrem preferencialmente em climas tropicais e subtropicais (JEPPSON et al., 1975). Desses, o gênero *Brevipalpus* é considerado o mais importante face ao seu envolvimento em diversos patossistemas como vetor de vírus de plantas (CHAGAS et al., 2003; KONDO et al., 2003).

Outros aspectos que potencializam o risco de dispersão dos ácaros e patógenos por eles veiculados, dizem respeito à sua coloração em geral pouco expressiva, seu tamanho pequeno e seu comportamento apático (CHILDERS et al., 2003a), portanto, tais características dificultam sua detecção junto aos materiais vegetais (mudas, estaca, frutos) em trânsito.

Três espécies de *Brevipalpus* sobressaem quanto à relevância econômica: *B. californicus* Banks, *B. obovatus* Donnadieu e *B. phoenicis* Geijskes. Esses ácaros são reportados como de ocorrência em muitos e semelhantes hospedeiros vegetais, em ampla distribuição geográfica mundial (CHILDERS et al., 2003a). Uma quarta espécie é *B. lewisi* McGregor, encontrada em regiões climáticas mais áridas. Nesse caso, possui o *status* de praga A1, ou seja, ausente em território brasileiro (MAPA, 2007).

LEPROSE DOS CITROS: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Descrita pela primeira vez na Flórida em 1907, a doença não foi encontrada nos Estados Unidos por décadas. Admite-se que seu desaparecimento deveu-se às geadas recorrentes e ao uso de enxofre, que teriam reduzido drasticamente a população do vetor e eliminado o inóculo (CHILDERS et al., 2003c). Na América do Sul, a leprose foi primeiramente identificada no Paraguai por Spegazzini (1920) e denominada de “lepra explosiva”. Em curto espaço de tempo, também foi observada no Uruguai, Argentina e Brasil. Recentemente, o *Citrus Leprosis Virus* tipo citoplasmático (CiLV-C) foi relatado na Bolívia, Venezuela e Colômbia e está se espalhando ao norte através do Panamá, Costa Rica, Nicarágua, Guatemala, Honduras, El Salvador e México (BASTIANEL et al., 2010).

A identificação da leprose dos citros habitualmente está associada à caracterização dos sintomas. No entanto, pode haver confusão com a sintomatologia de outras pragas, e equívocos de identificação. Isso poderia impedir o registro da doença em outras regiões, a exemplo da África e Ásia que, até a presente data, não apresentam relatos dessa virose. A praga está circunscrita ao continente Americano (BASTIANEL et al., 2010).

No Brasil a praga foi reportada pela primeira vez em 1931, em Sorocaba (SP), em folhas de laranja doce ‘Bahia’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) (BITANCOURT, 1934). Mediante relatos atuais de diversas regiões do país, conclui-se que a virose está em franca expansão (BASTIANEL et al., 2010).

Na Bahia, o primeiro registro de leprose dos citros ocorreu em 1999 (SEAGRI, 2005) no Território do Litoral Norte e Agreste de Alagoinhas (Figura 1), nos municípios de Itapicuru e Rio Real, divisa com o Estado de Sergipe (SILVA et al., 2004). Desde 2001, os citricultores adotam medidas sistemáticas de controle, graças ao apoio oficial dos órgãos estaduais de defesa agropecuária e de extensão rural, assim como o de instituições não governamentais (ADAB, dados não publicados).

Por muitos anos, a leprose dos citros foi considerada como uma ocorrência fitossanitária que incidia somente em pomares abandonados. Seu *status* se alterou para a principal doença virótica da citricultura paulista, pelo reflexo econômico associado aos custos de controle químico do ácaro vetor (LOCALI et al., 2004).

No âmbito nacional, estima-se que a citricultura gaste com acaricidas o montante de 90 milhões de dólares anuais, dos quais 75 milhões estão comprometidos com o controle do ácaro da leprose (RODRIGUES, 2008). Isso representa em torno de 35% dos custos com insumos e o equivalente a 14% do custo total de produção de um pomar (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007).

HOSPEDEIROS

Há registros de pelo menos 928 hospedeiros em 513 gêneros e 139 famílias de plantas associadas às principais espécies de *Brevipalpus*. Essa lista contempla monocotiledôneas, dicotiledôneas, espécies anuais e perenes, incluindo numerosas plantas de interesse agrícola, plantas medicinais, ervas aromáticas, floríferas e ornamentais lenhosas (CHILDERS et al., 2003a). Dentre esses ácaros, destaca-se *B. phoenicis*, com 486 hospedeiros (CHILDERS et al., 2003b). No gênero *Citrus* todas as variedades comerciais de laranja Doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck): Pêra, Natal, Valência são suscetíveis à leprose. Por outro lado, a laranja Azeda (*Citrus aurantium* L.), lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), limoeiro Galego (*Citrus aurantiifolia*) e Siciliano (*Citrus limon*), tangerineiras (*Citrus reticulata* Blanco) e tangoreiros raramente apresentam Lesões. Quando isso ocorre, os sintomas são menos acentuados (FUNDECITRUS, 2005).

A resposta diferencial do hospedeiro à leprose é uma ferramenta dentro do manejo do patossistema e tem guiado pesquisas com resistência varietal dentro do gênero *Citrus*. No entanto, nem sempre os resultados são promissores. Freitas-Astúa et. al. (2008) avaliaram 26 acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Centro Apta Citros Sylvio Moreira. Nenhum deles foi resistente a *Brevipalpus phoenicis*, apesar do ácaro ter demonstrado preferência por determinados acessos.

No gênero *Citrus*, outro aspecto a ser considerado nos estudos epidemiológicos e de resistência é a questão das plantas hospedeiras

assintomáticas. Sintomas de viroses transmitidas por *Brevipalpus* spp. (VTBs) foram relatados em dezenas de gêneros de plantas ornamentais (KITAJIMA et al., 2005), mas, ainda assim há uma lacuna nas informações quanto aos hospedeiros (MIRANDA et al., 2007). Em alguns casos, não apenas novas espécies vegetais são descritas como hospedeiras de ácaros *Brevipalpus*, mas também dos vírus por eles transmitidos, como no caso de dama-da-noite *Cestrum nocturnum* L. (Solanaceae, dama-da-noite) e *B. obovatus* Donnadieu (FREITAS-ASTÚA et al., 2008).

De acordo com Childers e Rodrigues (2005), a introdução de material de propagação ou de plantas ornamentais de regiões onde a leprose dos citros e demais VTB's ocorrem é uma ameaça, pois, levaria a um aumento no risco de sua disseminação para novas áreas. Os autores ressaltam também que é extremamente importante conhecer a interação entre a praga e hospedeiros alternativos - a exemplo de plantas ornamentais que possam albergar tanto o vírus, quanto o vetor - para que medidas quarentenárias adequadas e justificáveis sejam adotadas. A preocupação com o trânsito doméstico de plantas ornamentais é ainda maior. Há comprovações de que algumas dessas plantas, como *Solanum violaeifolium* (Solanaceae), *Malvaviscus arboreus* Cav. (Malvaceae), *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) e *Grevilea banksii* (Primulaceae), possam ser hospedeiras alternativas do vírus da leprose - CiLV (RODRIGUES et al., 2008; NUNES, 2007).

VETOR: ÁCAROS *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939)

Na Argentina, Frezzi (1940) demonstrou que a leprose dos citros era transmitida pelo ácaro *Tenuipalpus pseudocuneatus* Blanch, posteriormente sinonimizado como *Brevipalpus obovatus* Donnadieu. Nos Estados Unidos (KNORR, 1950) e na Guatemala (PALMIERI, 2005), *Brevipalpus californicus* Banks foi relatado como vetor da virose e, no Brasil, *Brevipalpus phoenicis* Geijskes foi associado a plantas com sintomas de leprose (MUSUMECCI e ROSSETTI, 1963).

A coloração das fases pós-embrionárias de alguns ácaros *Brevipalpus* varia de acordo com o estágio de digestão do alimento em seu sistema digestivo, como também em função da transparência de sua cutícula. Nos adultos, a cor geralmente varia de verde a vermelha. Os adultos são achatados dorso-ventralmente (Figura 2),

possuem pernas com distintas constrições e padrão areolado no dorso (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Ainda que se tenham padrões morfológicos típicos para cada gênero dos Tenuipalpídeos, análises morfométricas têm sido capazes de evidenciar sutis variações dentro de mesma espécie. Dessa forma, estudando ácaros da América do Sul, Cobo (2005) constatou a formação de quatro agrupamentos em populações de *B. phoenicis*, porém, nem sempre esta proximidade morfométrica esteve associada a um hospedeiro, localidade geográfica, ou condição ecológica.

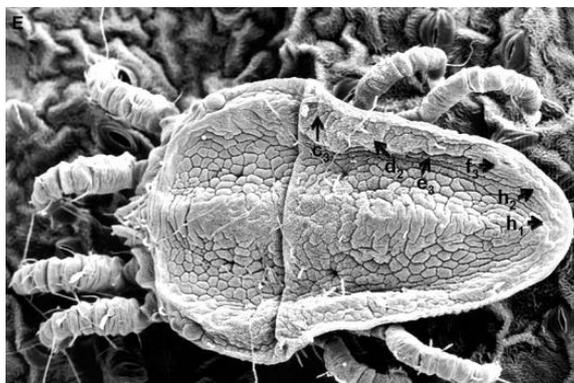


Figura 2. Micrografia eletrônica de uma fêmea adulta de *Brevipalpus phoenicis*.
Fonte: Kitajima, 2010.

A reprodução desses ácaros ocorre de forma sexuada ou por partenogênese. A maioria das espécies são haplo-diplóides. Os machos são produzidos por partenogênese arrenótoca e as fêmeas através da via sexuada. Seu desenvolvimento passa pelos estágios de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto e, para completar o ciclo de ovo a adulto, o ácaro leva de 20 a 30 dias, variando com as condições climáticas (MORAES e FLECHTMANN, 2008). A longevidade do adulto de *B. phoenicis* a uma temperatura de 25°C, é de 44 dias (HARAMOTO, 1966). A fecundidade média varia de 20 a 30 ovos por fêmea. Os ovos são postos isoladamente ou em pequenos aglomerados. A fêmea procura locais abrigados para ovipositar, tais como fendas de casca nos ramos, entre as exúvias dos ácaros ou junto às nervuras salientes das folhas e nas condições ecológicas do Brasil, as espécies de tenuipalpídeos de importância agrícola não apresentam diapausa, o que lhes confere atividade durante todas as estações do ano (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

B. phoenicis é considerado como de baixa vagilidade. Habitualmente alimenta-se na face inferior da folha e agrega-se ao longo da nervura central, ou nas nervuras laterais do citros, causando círculos amarelos na face oposta ao seu local de agregação na folha (CHILDERS et al., 2003 a). Em estudos de dispersão de *B. phoenicis*, Alves et al. (2005) observaram que em casa de vegetação o deslocamento dos ácaros sobre areia fina foi da ordem de 1cm.dia⁻¹. Em condições de laboratório, vento com velocidade de 23 km.h⁻¹ não incitou a remoção de *B. phoenicis* da superfície dos frutos. Velocidades de 30 ou 40 km.h⁻¹ proporcionaram o arraste de menos de 1% de ácaros dos frutos. Em condições de campo, o vento promove maior deslocamento dos ácaros no sentido da linha de plantio do que entre linhas (ALVES et al., 2005).

A emigração de *B. phoenicis*, de uma planta com elevado grau de infestação para outra, pode ocorrer com sua descida pelo tronco da árvore e caminhamento em direção aos novos hospedeiros (MORAES e FLECHTMANN, 2008). No entanto, sua dispersão é mais eficiente pela ação do homem e pelo trânsito de animais, máquinas e implementos dentro dos pomares. Para longas distâncias, o trânsito de material propagativo, especialmente de mudas, é fator de importância (FUNDECITRUS, 2005).

Por se tratar de uma virose de caráter não-sistêmico, ou seja, de localização restrita à extensão da lesão, a curtas distâncias, o vetor adquire papel relevante na epidemiologia da doença. A presença do ácaro é condição fundamental para o aumento da intensidade da doença dentro da planta e do pomar (COLARICCIO et al., 1995).

AGENTES ETIOLÓGICOS: CiLV Citoplasmático (C) e Nuclear (N)

As primeiras partículas virais associadas à leprose foram detectadas mediante microscopia eletrônica em cortes de lesões de folhas de laranja-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Eram classificadas como baciliformes, não-envelopadas e associadas a viroplasmas no núcleo da célula (KITAJIMA et. al., 1972). Atualmente são descritos dois padrões citopáticos (nuclear e citoplasmático) induzidos pelos vírus transmitidos por *Brevipalpus*. O padrão nuclear apresenta

partículas em forma de bastonete curto, geralmente associadas à membrana do invólucro nuclear ou do retículo endoplasmático, e com viroplasma elétron transparente no núcleo. O padrão citoplasmático possui partículas baciliformes dotadas de membrana, contidas no lúmen do retículo endoplasmático e viroplasma elétron denso no citoplasma (KITAJIMA et. al., 2003).

O CiLV (*Citrus Leprosis Virus*), Vírus da Leprose dos Citros, é caracterizado por dispor de membrana envolvendo suas partículas, similar aos vírus da família *Rhabdoviridae*. Em comum com essa família, o CiLV produz sintomas semelhantes em seus hospedeiros, é transmitido por *Brevipalpus* sp., apresenta morfologia baciliforme e acumula-se no núcleo ou no citoplasma das células infectadas (LOCALI et. al, 2004). Porém, com o seqüenciamento do genoma do CiLV, ficou provado não ser um *Rhabdovirus*. Assim, ele foi recentemente aceito como um membro do gênero *Cilevirus* (CARSTENS, 2010).

Existem dois tipos de CiLV, um nuclear extremamente raro, o qual acumula-se no núcleo das células infectadas e produz viroplasma e víriões intranucleares (CiLV-N), e a forma citoplasmática prevalente (CiLV-C). Essa forma é responsável por 99% de toda a leprose relatada no mundo (LOCALI et al., 2003; BASTIANEL et al., 2006).

Todos os estágios móveis dos ácaros *Brevipalpus* (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) podem adquirir e transmitir o vírus. O patógeno, no entanto, não é transmitido por via transovariana para a prole (NOVELLI et al., 2005). Títulos virais obtidos por análise de PCR em tempo real, indicam que o CiLV circula, mas não se replica dentro do vetor (NICOLINI et al., 2008). Isso caracteriza a transmissão do vírus pelo vetor como circulativa não-propagativa. Neste tipo, o vírus ultrapassa o aparelho bucal do inseto, atinge a hemolinfa e penetra nas glândulas salivares, sendo transmitido quando o vetor secreta saliva durante a alimentação. O período de aquisição é de alguns minutos a horas, e o período de retenção é de alguns dias (ZERBINI JR. et al., 2002).

SINTOMATOLOGIA

Os sintomas da leprose são caracterizados pelo aparecimento de lesões cloróticas e/ou necróticas, lisas ou salientes, circulares ou alongadas quando próximas às nervuras foliares (LOCALI et al., 2003). Geralmente aparecem, 17 a 60 dias pós-infecção, sempre nos locais onde o ácaro se alimenta (BASSANEZI et al., 2002). Nas folhas, os sintomas freqüentemente aparentam discos arredondados com um ponto central castanho-escuro, com 2 ou 3 mm de diâmetro, rodeados por um halo clorótico.

Em folhas mais velhas, inicialmente, as lesões são cloróticas e lisas nas duas faces, que aumentam de tamanho, tornando-se marrom-avermelhadas, podendo ser lisas ou salientes, com ou sem centro necrótico. Em frutos verdes as lesões são marrom-avermelhadas, circundadas por halo amarelado (Figura 3A). Ramos verdes, inicialmente, as lesões são amareladas, tornando-se escurecidas ou marrons, passando a exibir um halo amarelado (Figura 3B). Em estágio avançado de amadurecimento, ocorrem manchas escuras e depressivas nos frutos (Figura 3C), podendo ser rodeadas por halo esverdeado (BITANCOURT, 1955; ROSSETTI et al., 1969), por conseqüência, os frutos sofrem depreciação de seu aspecto cosmético.



Figura 3. Sintomas de leprose dos citros em frutos verdes (A), em ramos (B) e frutos maduros (C). Fonte: S. Silva (A) e F. Laranjeira (B, C).

Em ramos velhos, as lesões são de coloração marrom avermelhada (Figura 4A), adquirindo aspecto escamoso, com espessamento da casca (Figura 4B). Os ataques severos promovem a queda prematura dos frutos (Figura 4C), (FUNDECITRUS, 2005)



Figura 4. Detalhe dos sintomas de leprose dos citros em ramos (A), descamamento de ramos (B) e queda prematura de frutos e folhas (C).

Além dos citros, em recente levantamento de espécies ornamentais na Bacia Amazônica Central, Rodrigues et al. (2008) relatam 13 casos de detecção de sintomas relacionados aos dois tipos do vírus, citoplasmático em *Hibiscus rosa sinensis* L. (Malvaceae), *Clerodendrum speciosum* (Lamiaceae), e *Arundina graminifolia* (Orchidaceae) e nuclear em *H. syriacus* L. (Malvaceae), *Piper callosum* (Piperaceae), *Bidens* sp. (Asteraceae), *Monstera deliciosa* (Araceae), *Ruellia chartacea* (Acanthaceae), *Gardenia* sp. (Rubiaceae), *Mussaenda erythrophylla* (Rubiaceae). Esse estudo reforça a importância das espécies ornamentais como veículo de dispersão de VTB's (Figura 5) para novos locais, pois, a maioria das espécies hospedeiras analisadas não eram nativas da Amazônia.

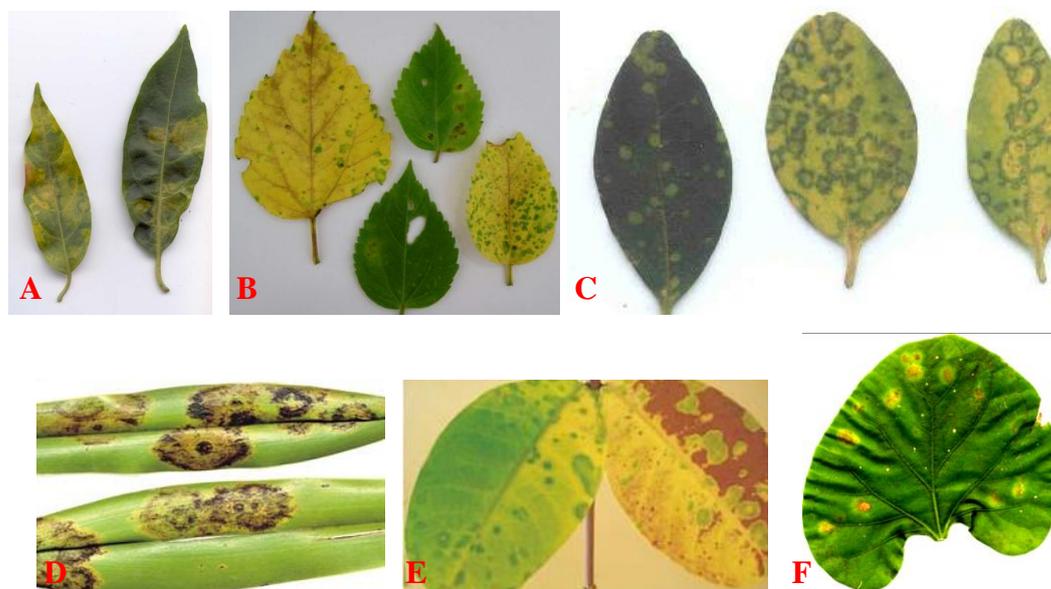


Figura 5. Sintomas de viroses transmitidas por *Brevipalpus* sp. em espécies ornamentais: dama da noite (*Cestrum nocturnum*), hibisco (*Hibiscus* sp.), ligustre (*Ligustrum* sp.), orquídea (OFV-C em *Jumellea* sp.), alamanda (*Allamanda cathartica*) e solanum (*Solanum violaefolium*), Fonte: Kitajima, 2010.

JUSTIFICATIVA

No patossistema leprose dos citros, quando utiliza-se a terminologia praga, esta diz respeito à virose e não ao ácaro, pois, na ausência do agente etiológico da doença, o vetor não promove dano econômico à citricultura.

Como nas áreas livres da praga os estudos de amostragem para a quantificação de plantas infestadas, flutuação e densidade populacional do vetor são escassos, tem se utilizado metodologias desenvolvidas em regiões onde o *Brevipalpus phoenicis* e a leprose dos citros são de ocorrência freqüente e onde a preocupação maior é a aplicação de acaricidas pelo produtor (GRAVENA, 2000; PINTO et al., 1995).

Embora a determinação de esquemas de amostragem seja comum (BOLFARINE e BUSSAB, 2000; COCHRAN, 1965), não foram encontrados trabalhos referentes à amostragem de ácaros *Brevipalpus* em áreas livres de Leprose dos Citros, a exemplo do Recôncavo Baiano (RB), ou, sequer, o estudo sistemático de sua população em ecossistema semelhante.

Considerando que o ácaro vetor da CiLV ocorre espontaneamente em todo o parque citrícola do Estado da Bahia, mas que a virose está restrita a algumas áreas, compreender o processo da infestação de plantas pelo vetor e sua dinâmica espaço-temporal é fundamental. Da mesma forma, correlacionar esse processo com os fatores climáticos, é imprescindível para a elaboração de estratégias de proteção às áreas livres.

Assim, o desenvolvimento de procedimentos de campo relacionados a métodos de levantamento e amostragem são necessários para a correta quantificação das infestações. Isso é ainda mais relevante quando se considera a necessidade de aparelhar as agências de defesa fitossanitárias com metodologias que permita ações rápidas e efetivas de erradicação, ou para a adoção de planos de contingenciamento de pragas.

O presente trabalho teve como objetivos (i) determinar o tamanho mínimo de amostra para quantificar a prevalência e incidência de ácaros *Brevipalpus phoenicis* no Recôncavo Baiano (RB), área livre de CiLV; (ii) compreender a dinâmica espaço-temporal da infestação no RB e Litoral Norte (LN), (iii) estudar a probabilidade de infestação de ácaros *B. phoenicis* em plantas e frutos, com enfoque ecológico dessas interações.

REFERÊNCIAS CITADAS

ABECITRUS. **Exportação de suco concentrado de laranja**, 2008. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br> >. Acesso em: 12 nov. 2010.

ALVES, E. B.; CASARIN, N. F. B.; OMOTO, C. Mecanismos de Dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em Pomares de Citros. **Neotropical Entomology**, Londrina/PR, v. 34, n.1, p. 089-096, 2005.

ASSOCITRUS. **Perspectivas para o mercado de suco de laranja**. Disponível em: <http://www.associtrus.com.br/informativos/36_junjul2011.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2011

BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; YAMAMOTO, P.T. **Adeus à leprose**. Revista Cultivar, Pelotas/RS, 10 ed., 2002.

BASSANEZI, R.B.; LARANJEIRA, F.F. Spatial patterns of leprosis and its mite vector in commercial citrus groves in Brazil. **Plant Pathology**, England, v.56, p.97-106, 2007.

BASTIANEL, M.; FREITAS-ASTUA, J.; KITAJIMA, E. W. The citrus leprosis pathosystem, **Summa Phytopathologica**, Botucatu/PS, v.32, p.211–220, 2006.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S., BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTUA, J. Citrus Leprosis: Centennial of an Unusual Mite Virus Pathosystem. **Plant Disease**, California /USA, v. 94, p. 284–292, 2010.

BITANCOURT, A. A. Relação das doenças e fungos parasitas observados na secção de Fitopatologia durante os anos de 1931 e 1932. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 5, p.185-196, 1934.

BITANCOURT, A. A. Estudos sobre a leprose dos citros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.22, p.161-231, 1955.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. IME/USP: São Paulo/SP, 2000. 280p.

CARSTENS, E. B. Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses (2009). **Archives of Virology**, Danvers, Massachusetts, USA, v.155, p.133–146, 2010.

CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; RODRIGUES, J. C. V. Coffee ringspot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in coffee. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p. 203-213, 2003.

CHILDERS, C. C.; FRENCH, J. V.; RODRIGUES, J. C. *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p.5-28, 2003a.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C.; WELBOURN, W. C. Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p.29-105, 2003b.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V.; DERRICK, K. S.; ACHOR, D. S.; FRENCH, J. V.; WELBOURN, W. C.; OCHOA, R.; KITAJIMA, E. W. Citrus leprosis and its status in Florida and Texas: past and present. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, n.1/3, p.181-202, 2003 c.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V. Notes on Acari species on ornamental plants from Central America imported for propagation in Florida and potential risks of exotic pest introductions. **Florida Entomologist**, Florida/USA, v. 88, p. 408-414, 2005.

COBO, N. C. M. **Ácaros Tenuipalpidae (Acari: Prostigmata) no Brasil, novos relatos para América do Sul e o Caribe e variabilidade morfológica e morfométrica de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)**. Tese (Doutorado em Ciências), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba/SP, 2005, p.393

COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Fundo de Cultura: Rio de Janeiro, 1965. 555p.

COLARICCIO, A.; LAVISSOLO, O.; CHAGAS, C. M.; GALLETI, S. R.; ROSSETTI, V.; KITAJIMA, E. W. **Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis virus**. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília/DF, v. 20, p. 208-213, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais das Tecnologias Geradas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa/publicacoes/documentos/documento-149.pdf>> Acesso em: 01 mar. 2011.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **Statistical** – database, 2008. Disponível em:<<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em: 05 dez. 2010.

FUNDECITRUS. **Manual da Leprose**. 2005. Disponível em: <http://fundecitrus.com.br/manuais/fundec_manual_leprose0705.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2011.

FREITAS-ASTÚA, J.; FADEL, A. L.; BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; MACHADO, M. A. Resposta diferencial de espécies e de híbridos de citros à leprose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF, v.43, n.7, p.809-814, 2008.

FREZZI, M. J. La lepra explosiva del naranjo. Investigaciones realizadas por el laboratorio de patología de Bela Vista (Corrientes). **Bol. Frutas y Hortalizas**. Buenos Aires. Ministerio de Agricultura de la Nación, n. 5, 1940.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros no contexto de citricultura integrada. In: Donadio, LC, ed. **Annais...** .Sexto Seminário Internacional de Citros, 2000. Bebedouro/SP, Brasil: FUNEP, p.147-175.

HARAMOTO, F. H. **Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina:Tenuipalpidae)**. Thesis (Doctor in Philosophy in Entomology), University of Hawaii, 1966, 101p.

IBGE. **Produção agrícola municipal (PAM), 2008**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>> Acesso em: 05 mar. 2011

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

KITAJIMA, E. W.; MÜLLER, G. W.; COSTA, A. S.; YURI, V. A. Short rod like particles associated with citrus leprosis. **Virology**, Orlando/USA, v. 50, p. 254-258, 1972.

KITAJIMA, E. W.; CHAGAS, C. M.; RODRIGUES, J. C. V. Brevipalpus-transmitted plant virus and virus-like diseases: cytopathology and some recent cases. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v. 30, p. 135-160, 2003.

KITAJIMA, E. W.; RODRIGUES, J. C. V.; FREITAS-ASTUA, J. Updating the list of plant species naturally infected with viruses transmitted by Brevipalpus mites (Acari: Tenuipalpidae). **Annals of the XLV Annual Meeting of the American Phytopathological Society- Caribbean Division**, Costa Rica, p.84, 2005.

KNORR, L. C. Etiological association of *Brevipalpus* mite with Florida scaly bark of citrus. **Phytopathology**, Corvallis/Oregon-USA, v.40, p.15, 1950.

KONDO, H.; MAEDA, T.; TAMADA, T. Orchid fleck virus: *Brevipalpus californicus* mite transmission, biological properties and genome structure. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p. 215-223, 2003.

LOCALI, E. C.; FREITAS-ASTÚA, J.; SOUZA, A. A.; TAKITA, M. A.; ASTUA-MONGE, G.; ANTONIOLI, R.; KITAJIMA, E. W. e MACHADO, M. A. Development of a molecular tool for the diagnosis of leprosis, a major threat to the citrus production in the Americas. **Plant Disease**, California /USA, v. 87, p.1317-1321, 2003.

LOCALI, E. C.; FREITAS-ASTÚA, J.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; MACHADO, M.A. Genetic variability of Citrus leprosis virus infecting sweet orange and mandarin trees from several Brazilian states. **Proceedings XVI Conference of the International Organization of Citrus Virologists**. p.190. 2004.

MAPA. **Instrução Normativa 52/2007**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?nmethod=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 03 jan. 2011

MIRANDA, L. C.; NÁVIA, D.; RODRIGUES, J. C. *Brevipalpus* Mites Donnadieu (Prostigmata: Tenuipalpidae) Associated with Ornamental Plants in Distrito Federal, Brazil, **Neotropical Entomology**, Londrina/PR, v. 36, n.4, p.587-592, 2007.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de Acarologia: **Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto/SP: Holos, 308p., 2008.

MUSSUMECI, M. R. e ROSSETTI, V. V. 1963. Transmissão dos sintomas da leprose dos citros pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*, **Ciência e Cultura**, Campinas/SP, v.15, p.228.

NICOLINI, F.; BASTIANEL, M.; SCHONS, J.; KITAJIMA, E. W.; LOCALI-FABRIS, E. C.; PEREIRA, J. A.; KUBO, K. S.; NOVELLI, V. M.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTÚA, J. Comparação entre os títulos de vírus transmitidos por ácaros *Brevipalpus* por RT-qPCR. **Tropical Plant Pathology**, Brasília/DF, v.33, Supl. p. S 287, 2008.

NOVELLI, V. M.; FREITAS-ASTÚA, J.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; LOCALI, E. C.; ARRIVABEM, F.; HILF, M. E.; GOTTWALD, T. R.; MACHADO, M. A. Detecção do vírus da leprose do citros (CiLV-C) através de RT-PCR em diferentes fases de desenvolvimento do ácaro vetor (*Brevipalpus phoenicis*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v.30, p.183, 2005

NUNES, M. A. **TRANSMISSÃO DO VÍRUS DA LEPROSE DOS CITROS POR *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) PARA PLANTAS ASSOCIADAS A POMARES CÍTRICOS**. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal/SP, 2007, 80p.

PALMIERI, M.; DONIS, I.; SALAZAR, A. L.; BLANCO, S.; PORRES, M.; BRLANSKY, R. H., GUERRA-MORENO, A. S., MANJUNATH, K. L.; LEE, R. F. Leprosis in Guatemala. **IN: Proceedings 16th Conference International Organization of Citrus Virologists**. M. E. Hilf, N. Duran-Vila, and M. A. Rocha-Peña, eds. IOCV, Riverside, USA, P. 510, 2005.

PASSOS, O. S. e SANTANA, M. A. **Citricultura no estado da Bahia**. 2004. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em: 07 mai. 2008.

PINTO, R. A., YAMAMOTO, P. T., PAIVA, P. E. B., GRAVENA, S. Amostragem seqüencial de pragas na citricultura como método rápido e seguro. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v.16, p.133-48. 1995.

RODRIGUES, J. C. V.; ANTONY, L. M. K.; SALAROLI, R. B.; KITAJIMA, E. W. *Brevipalpus* – associated viruses in the central Amazon Basin. **Tropical Plant Pathology**, Brasília/DF, v. 33, n. 1, p.012-019, 2008.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA (SEAGRI), 2005. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteúdo.php?id=12759>. Acessado em: 19 Out. 2010.

SILVA, L. G; CAETANO, R. S. X.; ROCHA, J. B.; VIDAL, C. A.; LARANJEIRA, F. F. Prevalência e Incidência de Leprose dos Citros no Recôncavo Baiano e Litoral Norte da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v.29, p.254-255. 2004.

SILVA, S. X. B; SOARES, A. C. F. e LARANJEIRA, F. F. Geofitopatologia do complexo *Brevipalpus* no Recôncavo Baiano. **Annais...** II Simpósio de Pesquisa do Recôncavo da Bahia. UFRB, Cruz das Almas/BA, Nov. 2008.

SPEGAZZINI, C. Sobre algunas enfermedades y hongos que afectan las plantas de “agrios” en el Paraguay. **Annais Soc. Cient.** v.90, p.155-188, 1920.

ZERBINI JR., F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução à Virologia Vegetal**, Viçosa/MG: UFV, 145 p., 2002.

CAPÍTULO 1

TAMANHO MÍNIMO DE AMOSTRA, PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM CITROS NO RECÔNCAVO BAIANO ¹

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Ciência Rural

TAMANHO MÍNIMO DE AMOSTRA, PREVALÊNCIA E INCIDÊNCIA DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM CITROS NO RECÔNCAVO BAIANO

Autora: Suely Xavier de Brito Silva

Orientador: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co – Orientadora: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: O Recôncavo é responsável por quase 20% da produção citrícola da Bahia, estado que tem registro da ocorrência da Leprose dos Citros (CiLV), uma das mais importantes viroses da citricultura, e cujo vetor são ácaros Tenuipalpidae (*Brevipalpus phoenicis*). Este trabalho objetivou definir o tamanho mínimo da amostra para a quantificação da prevalência, incidência e arranjo espacial do ácaro vetor no Recôncavo Baiano (RB). Duas amostragens foram realizadas em 145 pomares de 13 municípios, em abril e setembro de 2008, final do período estiado e da águas, respectivamente. Em cada pomar, com lupa de bolso (aumento de 10x), foram inspecionados três frutos por planta, num total de 21 plantas/pomar, registrando-se a presença, ou ausência do ácaro vetor. Constatou-se máxima prevalência (100%) do ácaro no RB em ambas as amostragens. Para estimativa da incidência da infestação em plantas, determinou-se um mínimo de 18 pomares a serem amostrados, enquanto que o tamanho mínimo amostral seria de 89 pomares para estimativa da infestação em frutos. Foi verificada infestação de *B. phoenicis* em 74% e 63% das plantas e em 41% e 34% dos frutos em abril e setembro, respectivamente. O índice de dispersão (ID) foi de 2,59 e 4,72, para a primeira e segunda amostragens, respectivamente, caracterizando como agregado o arranjo espacial de pomares infestados por *B. phoenicis* nas condições agroecológicas do RB. Nenhum sintoma do CiLV foi detectado, caracterizando o RB como área livre desta virose.

Palavras chave: Ácaro plano dos *Citrus* sp., Leprose dos Citros, área livre, arranjo espacial

MINIMUM SAMPLE SIZE, PREVALENCE AND INCIDENCE OF *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) IN CITRUS OF RECÔNCAVO BAIANO REGION, BRAZIL

Author: Suely Xavier de Brito Silva

Adviser: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co – Adviser: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: The Recôncavo Baiano (RB) region is responsible for almost 20% of citrus production in Bahia, Brazil. Citrus leprosis, caused by a non-systemic virus (CiLV) transmitted by Tenuipalpidae mites (*Brevipalpus phoenicis*) was already reported in Bahia but not in RB region. This study aimed to establish the minimum sample size to quantify the prevalence, incidence and spatial pattern of the mite vector in RB. Two surveys were carried out in 145 orchards of 13 municipalities, in April and September 2008, the end of dry and rainy season, respectively. In each orchard, three fruits of 21 plants were inspected with a magnifying glass (10X), recording the mite's presence or absence. The mite was found with 100% of prevalence in both survey seasons. The minimum sample size to estimate de *B. phoenicis* infestation in plants and fruits were 18 and 89 orchards, respectively. *B. phoenicis* average incidence was 74% and 63% for plants and 41% and 34% for fruits, in April and September, respectively. The dispersion index (DI) was 2.59 and 4.72, for the first and second samples, respectively, characterizing as aggregated the spatial pattern of *B. phoenicis* infested orchards in RB conditions. No citrus leprosis symptoms were detected, characterizing the RB as a free CiLV area.

Key Words: *Brevipalpus* mites, citrus leprosis, free area, spatial pattern.

INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira destaca-se como relevante atividade sócio econômica em função do volume de produção e das divisas geradas. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), em 2009 o Brasil produziu 19.612.700 toneladas de cítricos (laranja, lima, lima ácida Tahiti e tangerina), numa área colhida de 787.250 hectares.

A região nordeste contribuiu com uma produção de 1.906.505 toneladas e a Bahia, participou com 975.677 toneladas colhidas em 55.755 ha. Esse Estado detém a segunda colocação no *ranking* nacional da produção de citros (IBGE, 2011).

A produção nacional tem como principal foco a exportação de suco concentrado e congelado (FCOJ), cujos mercados mais importantes são a União Européia, NAFTA e Ásia. Na safra de 2010, esse setor rendeu quase U\$2 bilhões, conferindo ao Brasil o *status* de maior produtor e exportador mundial (SECEX, 2011).

Outro viés importante de escoamento da produção de cítricos é o mercado interno que absorve praticamente toda a laranja comercializada na forma *in natura* (CNPMP / EMBRAPA, 2005), modalidade na qual se insere a Bahia. Esse Estado produz pouco suco concentrado, mas é responsável pelo abastecimento do mercado de frutas *in natura* do Nordeste, mantendo eventuais relações comerciais com as regiões Sul e Sudeste do país.

Na Bahia, frutos cítricos são produzidos em quase todas as regiões fisiográficas. No entanto, em caráter comercial, destaca-se a faixa litorânea do Estado com 54 mil hectares (DESENBAHIA, 2008), principalmente no Litoral Norte e Recôncavo Baiano, regiões que são responsáveis por mais de 80% de sua produção (PASSOS e SANTANA, 2004).

No parque citrícola baiano predominam os minifúndios, dos quais, 80% possuem menos de 10 hectares (EMBRAPA/CNPMF, 2005). Esta atividade agrícola representa importante meio de arrecadação de impostos e forte papel social, pois cerca de 260.000 pessoas estão ligadas a ela (CNPMF / EMBRAPA, 2005). Mesmo com a pujança da citricultura nacional, não são raros os prejuízos associados à incidência de pragas, as quais podem estar amplamente difundidas em certas regiões produtoras, como por exemplo, a Clorose Variegada dos Citros (CVC) e o Huanglongbing (HLB ou *Greening*) no Estado de São Paulo (DESENBAHIA, 2008).

Apesar de desfrutar de um *status* fitossanitário privilegiado quando comparado com outras unidades da federação, a Bahia registra importantes pragas, tais como CVC (SANTOS-FILHO et al., 2010) e Leprose dos Citros (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008), ambas veiculadas por vetores e restritas a algumas microrregiões produtoras.

Na Bahia, os primeiros registros de leprose dos citros ocorreram entre 1999 e 2001 no Território do Litoral Norte e Agreste de Alagoinhas, nos municípios de Itapicuru e Rio Real, os quais fazem fronteira com o Estado de Sergipe (SILVA et al., 2004). Doze anos após, os municípios de Correntina e Luis Eduardo Magalhães, ambos no Oeste, passaram a integrar o mapa de distribuição dessa virose na Bahia (ADAB, dados não publicados).

No complexo Leprose dos Citros, muita atenção é dada aos ácaros do gênero *Brevipalpus* (Tenuipalpidae), por serem os transmissores dessa virose não-sistêmica que afeta ramos, folhas e frutos. Esse foco se justifica a luz dos reflexos econômicos e ambientais, seja pela necessidade de controle químico ao vetor, com conseqüente ônus ao custo de produção, ou pelos riscos da intensa utilização de agrotóxicos (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

O gênero *Brevipalpus*, composto por mais de 300 espécies distribuídas por todo o mundo, é o de maior importância da família Tenuipalpidae. Ácaros deste gênero apresentam importância agrícola por danificarem diversas culturas (JEPPSON et al., 1975). Entretanto, os principais danos associados a eles são indiretos, relativos à transmissão de fitovírus, além do desencadeamento de sintomas como cloroses, bronzeamento ou áreas necróticas em folhas (CHILDERS e DERRICK, 2003).

De acordo com Childers e Rodrigues (2005), a introdução de material de propagação ou de plantas ornamentais de países onde a leprose dos citros e demais viroses associadas aos *Brevipalpus* ocorrem, leva a um aumento no risco de disseminação destas para novas áreas. Porém, a curtas distâncias, considerando se tratar de uma virose não-sistêmica, o vetor adquire papel relevante na epidemiologia da doença. Ou seja, sua ocorrência é condição fundamental para o progresso espaço-temporal da doença dentro da planta e do pomar (COLARICCIO et al., 1995).

Considerando que o ácaro vetor da Leprose dos Citros ocorre em todo o parque citrícola do Estado, mas que a virose está restrita a algumas áreas, é imprescindível compreender a dinâmica populacional do vetor nas distintas regiões. Apenas com essas informações será possível analisar o risco intra-estadual de disseminação da praga.

Para a aplicação de métodos de quantificação de doenças em cultivos comerciais, a população de plantas deve ser amostrada criteriosamente, a fim de que seja representativa da população original (AMORIM, 1995). Em qualquer sistema amostral, a etapa da amostragem piloto ou preliminar é fundamental, pois é nela que dados são coletados em uma amostra prévia para, em função dela, obter-se a variabilidade da característica estudada, possibilitando calcular-se a suficiência amostral (tamanho da amostra). O objetivo do levantamento, o modelo de dispersão da doença, a disponibilidade de tempo e recursos, e níveis de precisão e acurácia são variáveis que influenciam o tamanho da amostra (AMORIM, 1995).

Embora a determinação de esquemas de amostragem seja comum (BOLFARINE e BUSSAB, 2000; COCHRAN, 1965), não foram encontrados trabalhos referentes à amostragem ou à flutuação da infestação de ácaros *Brevipalpus phoenicis* em pomares cítricos, nas condições ecológicas do nordeste brasileiro.

Amostragem, prevalência e incidência são componentes básicos que devem ser estabelecidos antes do aprofundamento do estudo epidemiológico de um patossistema. A etapa de amostragem é relevante ao se considerar a impossibilidade de se acessar todo universo objeto de compreensão. Assim, a amostragem deve contar com um número mínimo de amostras, capaz de ser representativa do universo amostral. Incidência, severidade e padrão espacial de doenças dependem dos dados obtidos por amostragens de campo (COOKE, 2006).

A prevalência quantifica o número de áreas com ocorrência da doença, sendo calculada em termos de proporção de áreas com pelo menos uma planta afetada em relação ao universo amostrado (XU, 2006). A incidência é uma variável de grande simplicidade, precisão e facilidade de obtenção. Ela quantifica o número de plantas afetadas ou infestadas por uma praga ou doença (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Considerando que o desenvolvimento de procedimentos de campo relacionados a métodos de levantamento e amostragem são indispensáveis para a correta quantificação das doenças e análise de risco de pragas, este trabalho teve como objetivos: determinar o tamanho mínimo de amostra, e quantificar a prevalência e incidência de ácaros *Brevipalpus phoenicis* em área livre de Leprose dos Citros, o Recôncavo Baiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Região Estudada. As amostragens foram realizadas em abril e setembro de 2008, respectivamente final dos períodos de estiagem e das águas no Recôncavo Baiano (RB). Foram georreferenciados 145 pomares de citros, em 13 municípios cujas áreas plantadas superavam 100 ha (IBGE, 2008): Cruz das Almas, Castro Alves, Cabaceiras do Paraguaçu, Conceição do Almeida, Dom Macedo Costa, Governador Mangabeira, Maragogipe, Muritiba, São Miguel das Matas, São Félix, São Felipe, Sapeaçu e Santo Antônio de Jesus (Figura 1). A amostragem foi estratificada, pois considerou a quantidade de citros e as localidades produtoras em cada município.

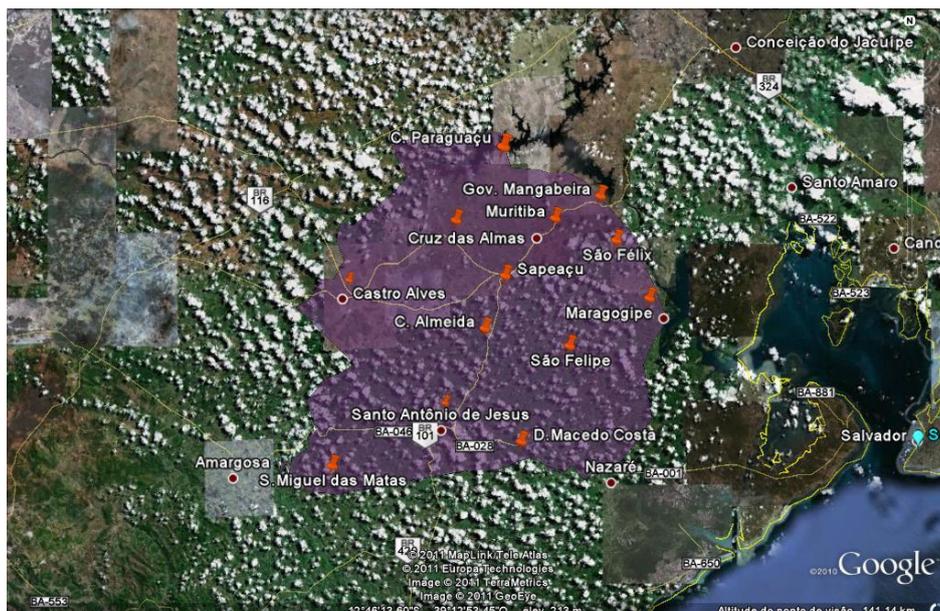


Figura1. Localização dos municípios do RB nos quais se realizou a determinação de prevalência e incidência do ácaro *B. phoenicis* (polígono lilás), 2008.

Níveis Hierárquicos (NH). Para o estudo epidemiológico do referido patossistema, optou-se por trabalhar com quatro níveis de hierarquia espacial: frutos, plantas, pomares e região (RB).

Determinação do Tamanho Mínimo de Amostra. A amostragem realizada em abril de 2008 foi considerada como piloto e usada para o cálculo do tamanho mínimo da amostra, ou seja, da quantidade de pomares a serem amostrados para estimativa correta da incidência em plantas e em frutos. Admitindo-se um erro de 5%, determinou-se o tamanho mínimo da amostra pelo método que especifica a confiabilidade associada à distribuição binomial negativa, recomendado para arranjos agregados (CAMPBELL e MADDEN, 1990):

$$n = \frac{k + \bar{x}}{\bar{x}.k.CV_{\bar{x}}^2}$$

onde :

n = tamanho estimado da amostra

k = valor estimado pela relação entre a média ao quadrado, e a resultante da variância menos a média;

\bar{x} = média

CV = coeficiente de variação da média, considerando-se um erro de 5%

Avaliações de Prevalência e Incidência do Vetor. A prevalência no RB foi determinada pela proporção de pomares com infestação de ácaros *Brevipalpus phoenicis* nas 145 áreas amostradas. Para fins de identificação morfológica das espécies, foram enviadas à Dr^a Denise Návia, do Centro Nacional de Recursos Genéticos da EMBRAPA/CENARGEN, amostras contendo ácaros coletados nas duas amostragens.

A incidência de ácaros, considerada como a proporção de plantas ou frutos infestados, foi determinada a partir da observação ao acaso de 21 plantas por pomar, mediante caminhamento em W, com auxílio de lupa de 10x de aumento, com varredura total de três frutos maduros por planta. A presença ou ausência do ácaro era registrada de forma binária, sem quantificar o número de ácaros encontrados ou seu estágio de desenvolvimento, conforme metodologia adotada pela Produção Integrada de Frutas - Citros (PIF) para o monitoramento de ácaros (MAPA, 2004).

Os três frutos por planta que foram amostrados situavam-se no interior da copa das árvores, em diferentes quadrantes da planta. Cada planta foi também inspecionada visualmente para identificação de sintomas da leprose dos citros nos diversos órgãos suscetíveis (folhas, ramos ou frutos). Todas as avaliações foram feitas por uma equipe de três pessoas experientes no reconhecimento de sintomas da doença e identificação de seu vetor.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk W ($P < 0,05$) e os resultados de incidência das duas amostragens foram comparadas entre si pelo teste não-paramétrico Wilcoxon T ($P < 0,01$). Esse teste pode ser utilizado para comparar médias de medidas repetidas ou dependentes quando as amostras não seguem a distribuição normal. De maneira complementar, os dados de infestação foram submetidos a krigagem por meio do programa GS+ para visualização em mapas tipo *isopleth*, que representam as áreas de mesma intensidade de infestação.

Análise do Arranjo Espacial. O estudo de arranjo espacial de plantas e frutos infestados por *B. phoenicis* considerou 13 municípios da região. Para cada área foi determinada a proporção de plantas infestadas em cada avaliação (p). Os padrões espaciais foram determinados a partir do Índice de Dispersão (ID), o qual é baseado na relação entre a variância observada e a variância binomial do processo em estudo (MADDEN e HUGHES, 1995), através da equação:

ID = Vobs / Vbin, sendo:

Vobs = $\sum (X_i - n p)^2 / n^2 (N-1)$, onde:

$\sum X_i$ é o somatório do número de componentes infestados (plantas ou frutos) em cada unidade amostral i e

N é o número total de unidades amostrais em cada avaliação.

Vbin = $p (1 - p) / n$, onde:

p é a incidência média na área amostrada e

n é o número de componentes avaliados por unidade amostral.

A hipótese de nulidade foi a de que o padrão observado era aleatório. Valores do ID estatisticamente iguais a 1 foram considerados indicativos de padrão aleatório (Teste χ^2 , $P < 0,05$), enquanto que valores estatisticamente superiores a 1 se constituíram como indicativos de agregação dos dados, e valores inferiores a 1, indicativos de uniformidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Prevalência de *Brevipalpus phoenicis*

Em ambas as amostragens detectou-se 100% de prevalência de ácaros *B. phoenicis* em todos os municípios do Recôncavo Baiano. Ou seja, o ácaro foi observado em todos os pomares amostrados em todos os municípios, atestando a ampla distribuição do vetor da leprose dos citros na região. Essa constatação também serve de alerta para os organismos de defesa agropecuária e cadeia produtiva dos citros. Como na região há continuidade espacial de hospedeiros e vetor amplamente disperso, o RB requer permanente vigilância diante da ameaça de ingresso da virose (CiLV).

O fato de *B. phoenicis* ter sido detectado em todos os pomares avaliados, assemelha-se aos relatos de Noronha et al. (1997) e Oliveira et al. (2007), que registraram a presença constante desses ácaros nos pomares do litoral norte da Bahia, em áreas de produção integrada de citros. Apesar de se tratar de dois ecossistemas distintos, esses ácaros encontram-se bastante distribuídos nas duas

regiões citrícolas mais importantes da Bahia, independentemente da ocorrência do vírus CiLV.

Incidência em Plantas e Frutos

Na primeira amostragem, a proporção de plantas infestadas variou entre 0,33 e 1,0, enquanto que a proporção de frutos com *Brevipalpus* ficou entre 0,13 e 0,92. Na segunda amostragem, em setembro de 2008, as faixas de infestação foram ampliadas, tanto para plantas (0,095 a 1,0) quanto para frutos (0,03 a 0,84), mas com uma redução significativa na média (Figura 2).

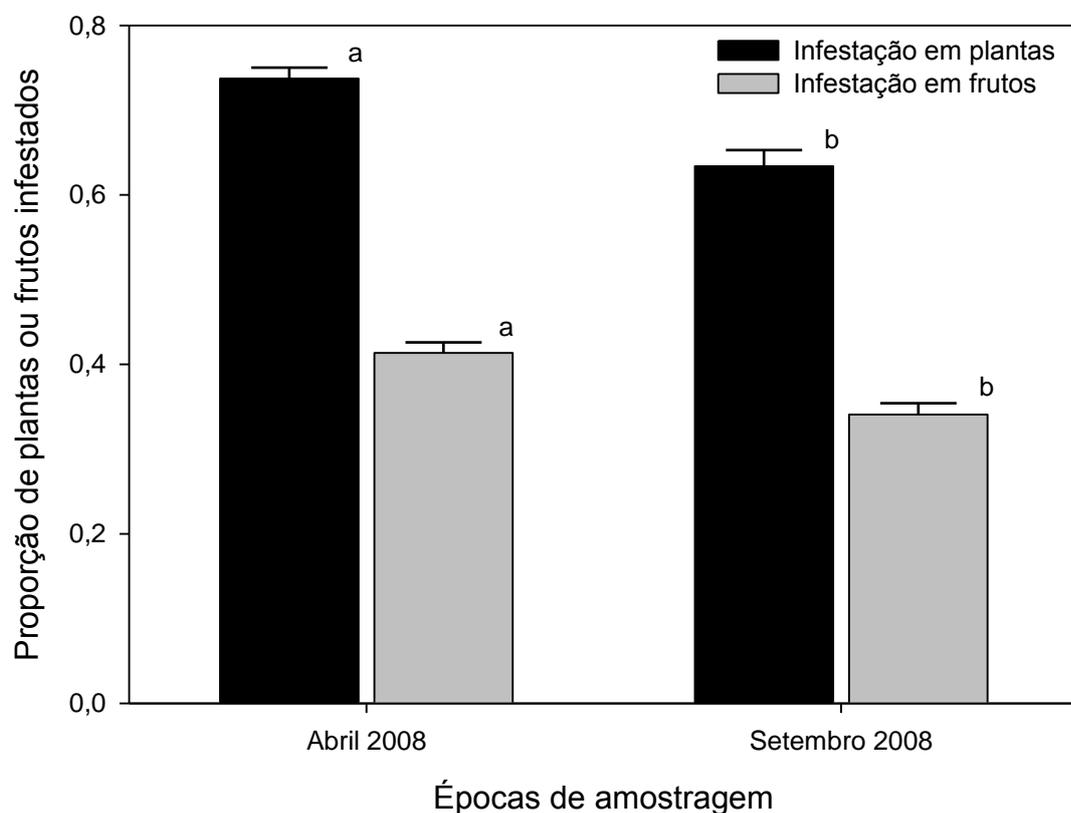


Figura 2 - Proporções médias e erro padrão (barras sobre as colunas) de plantas e frutos infestados por *B. phoenicis* em duas épocas de amostragem no Recôncavo Baiano. Barras de mesma cor, identificadas com mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Wilcoxon T ($P < 0,01$).

Embora tenha sido verificada uma diminuição na incidência média de *B. phoenicis*, ela não ocorreu de maneira homogênea. Uma efetiva redução da incidência (Wilcoxon T, $P < 0,05$) foi observada apenas em seis municípios (Maragogipe, São Félix, Castro Alves, Sapeaçú, São Miguel das Matas e Cabaceiras do Paraguaçu), enquanto que em outros quatro (São Felipe, Conceição do Almeida, Dom Macedo e Santo Antonio de Jesus) não foi verificada diferença significativa na infestação, quer em plantas, quer em frutos (Figuras 3 e 4). Em Muritiba houve redução da proporção de plantas infestadas, mas sem alteração na infestação média de frutos. Por outro lado, tanto em Cruz das Almas quanto em Governador Mangabeira, não foi percebida redução na incidência do ácaro em frutos, mas verificou-se um incremento significativo na proporção de plantas infestadas (Figuras 3 e 4).

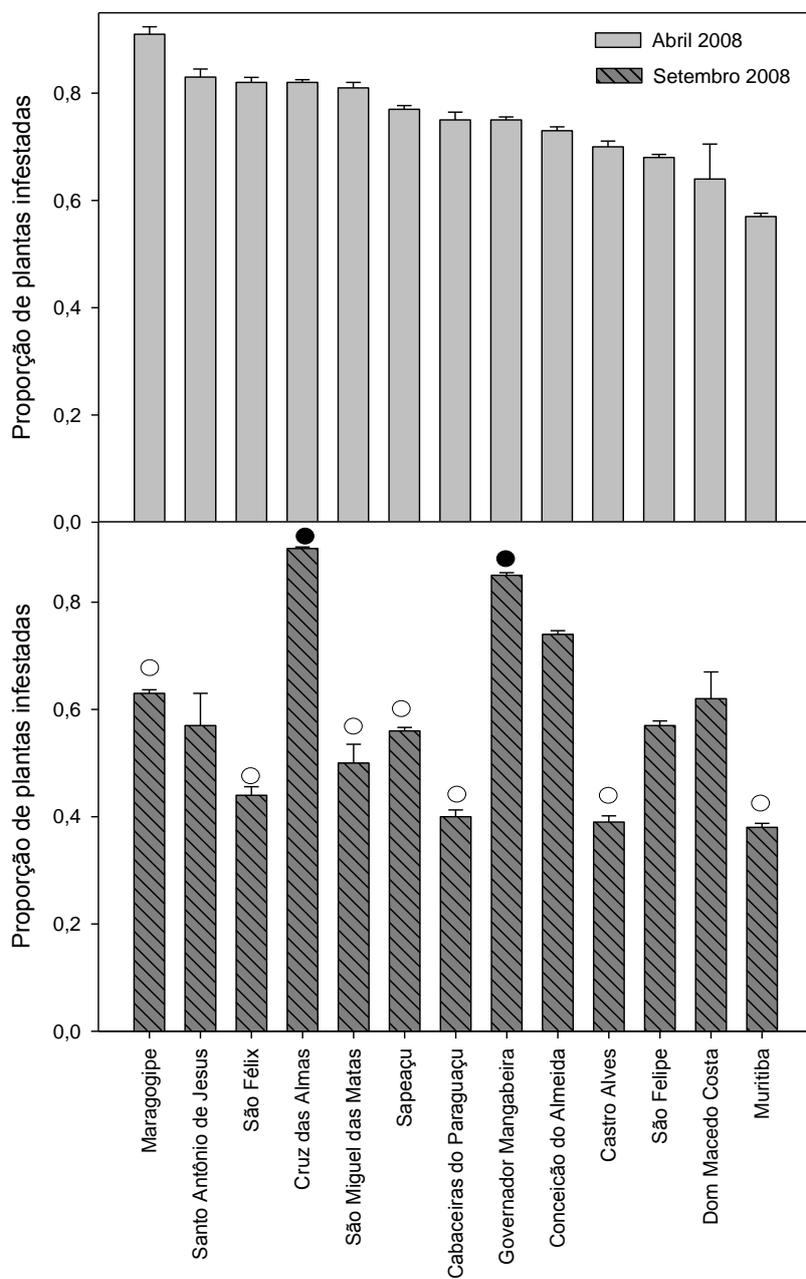


Figura 3 - Proporções médias e desvio padrão (barras sobre as colunas) de plantas infestadas por *B. phoenicis* em duas épocas de amostragem, em 13 municípios no Recôncavo Baiano. O símbolo (○) identifica médias que sofreram redução significativa, e o símbolo (●), aquelas que aumentaram entre as duas amostragens (Wilcoxon T, $P < 0,05$).

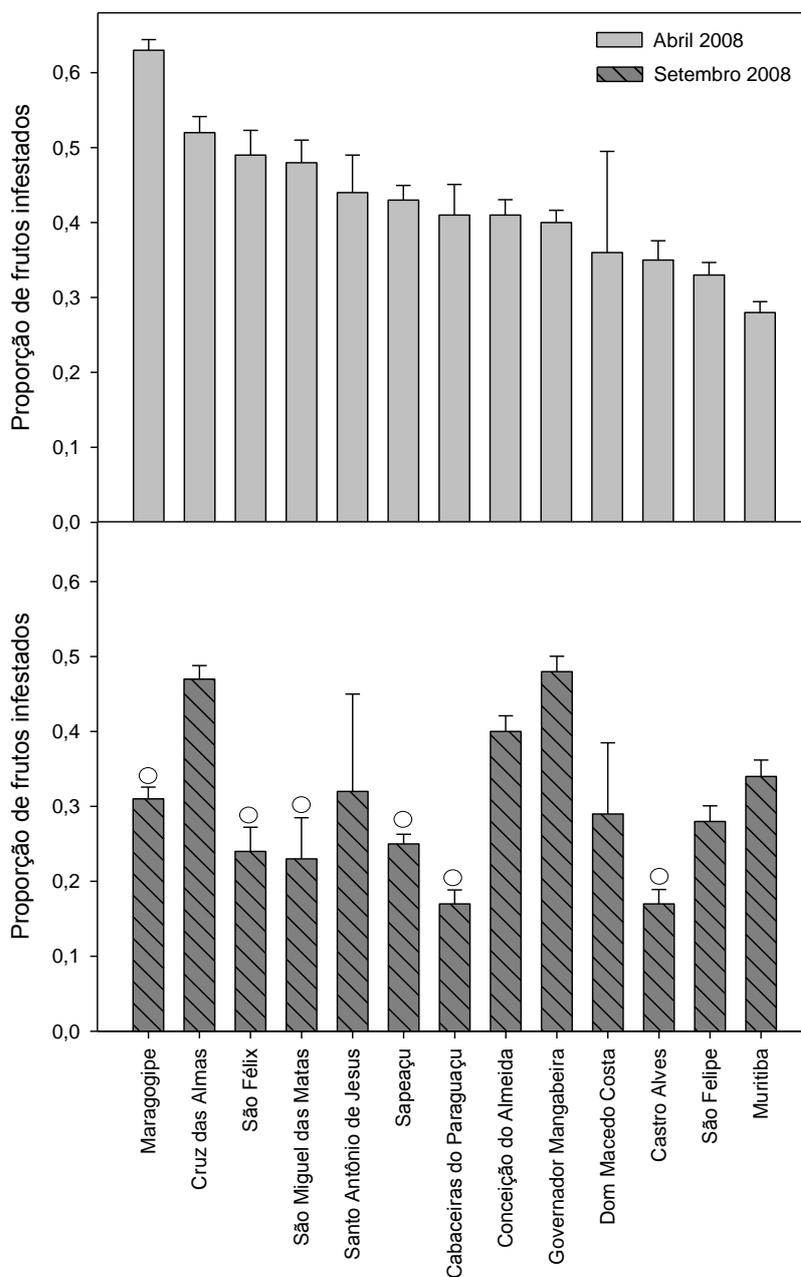


Figura 4 - Proporções médias e desvio padrão (barras sobre as colunas) de frutos infestados por *B. phoenicis* em duas épocas de amostragem, em 13 municípios no Recôncavo Baiano. O símbolo (○) identifica médias que sofreram redução significativa entre as duas amostragens (Wilcoxon T, $P < 0,05$).

A heterogeneidade na incidência de plantas ou frutos infestados não pode ser associada a áreas específicas do Recôncavo Baiano (Figura 5). Os mapas *isopleth* mostram que entre os dois levantamentos diversas sub-regiões vizinhas aumentaram ou diminuíram de infestação de maneira independente. Isso pode ser

visto, por exemplo, no quadrante inferior esquerdo dos mapas de infestação em plantas (Figura 5).

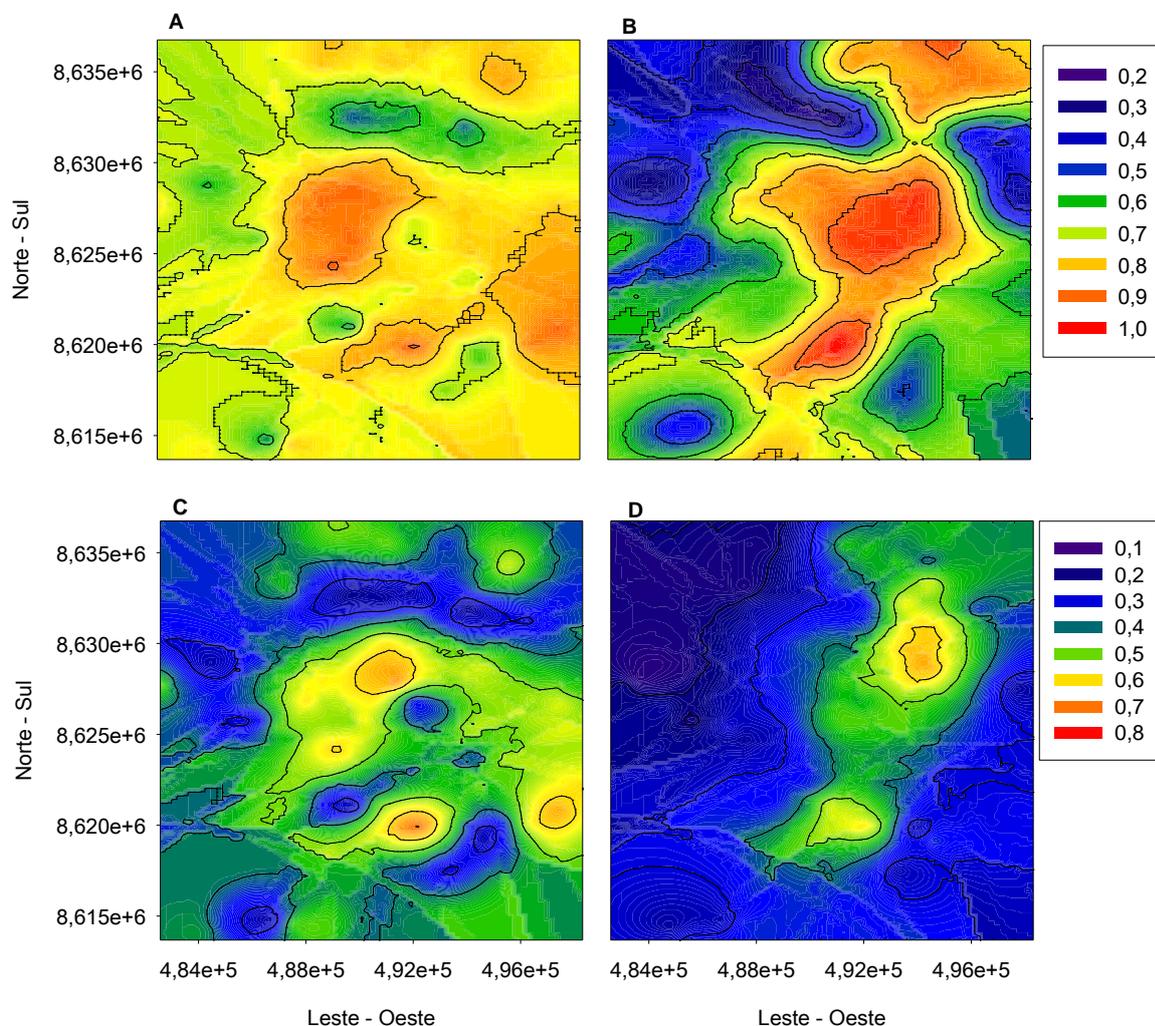


Figura 5 - Mapas *isopleth* da infestação de *Brevipalpus* em duas épocas de amostragem (esquerda: Abril de 2008; direita: Setembro de 2008), em plantas (A,B) ou em frutos (C,D) no Recôncavo Baiano. A proporção de infestação aumenta das tonalidades em azul até os tons mais intensos de vermelho.

Esse fenômeno indica que os fatores que interferem na dinâmica populacional dos ácaros possuem um efeito muito mais intrapomar que regional. Nos pomares do Recôncavo Baiano não são aplicados acaricidas. Assim, as variações observadas não podem ser atribuídas a tentativas de controle, hipótese aventada por Bassanezi e Laranjeira (2007) para explicar as discrepâncias entre os mapas de plantas

infestadas por *Brevipalpus* e os de plantas com sintomas de leprose no estado de São Paulo.

Este trabalho não teve como objetivo esclarecer as causas das variações populacionais. Apesar disso, como a primeira amostragem foi realizada ao final do período normalmente mais seco do ano, e a segunda foi feita após o período chuvoso, pode-se considerar a hipótese de influência das condições climáticas nas populações de *Brevipalpus*. As alterações climáticas observadas na região no tocante ao prolongamento do período seco, com temperaturas mais elevadas e baixa umidade (TANAJURA et al., 2010) não podem ser negligenciadas já que são fatores que se correlacionam positivamente com populações acarinas (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

No outro extremo da condição climática, o incremento da umidade característico dos meses de inverno na região (junho a agosto) e que antecedeu à segunda amostragem, pode ter interferido negativamente na população do *B. phoenicis*, resultando em decréscimo na sua densidade populacional e, por conseqüência, nos níveis de incidência média do ácaro vetor, tanto em plantas quanto frutos.

Nesse sentido, já existe estudo (GHINI et al., 2011) que sugere que alguns patossistemas terão suas perdas econômicas potencializadas pelas mudanças climáticas globais, sendo essa a previsão para o vírus da leprose dos citros (CiLV) em cenários futuros. Essas previsões sustentam-se na influência que a redução da precipitação pluviométrica causaria, estimulando o incremento das populações de *B. phoenicis*, promovendo uma possível elevação na severidade da virose.

Índice de Dispersão (ID) e Arranjo Espacial

Região. O índice de dispersão (ID) foi de 2,59 e 4,72, para a primeira e segunda amostragens, respectivamente, caracterizando como agregado o padrão de pomares infestados por *B. phoenicis* nos 13 municípios estudados no Recôncavo Baiano. Corroborando esses resultados, focos bem definidos de alta e baixa infestação podem ser observados nos mapas *isopleth* (Figura 5).

Como não há aplicação de acaricidas, a heterogeneidade espacial entre pomares pode ser explicada pelas características da citricultura do RB. Com baixo uso de agroquímicos, sua exploração envolve policultivos, sendo comum a coexistência de plantas cítricas com plantios de subsistência, e não raro, na forma de cultivo intercalado. Do ponto de vista biológico, seria um tipo de agricultura sustentável, pois é possível encontrar organismos que são classificados como pragas-chave da citricultura coabitando com inimigos naturais, a exemplo de joaninhas, crisopídeos, aranhas e fungos entomopatogênicos (CARVALHO et al., 2009). Esses autores constataram maior diversidade e frequência de inimigos naturais - ácaros predadores, por exemplo - em pomares consorciados com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) do que nos pomares que removiam a vegetação infestante por meio de capina. Dentro de uma mesma região, algumas áreas teriam um ambiente com diversificação hospedeira aos ácaros *B. phoenicis* e que também favoreceria a presença de seus inimigos naturais, fator de controle do ácaro vetor. Dessa forma, essa diversidade de cenários permitiria as variações observadas na infestação de *B. phoenicis* nas plantas cítricas.

Pomares. Na primeira amostragem, em nove municípios (Cabaceiras do Paraguaçu, Cruz das Almas, Castro Alves, Conceição do Almeida, Governador Mangabeira, Muritiba, São Felipe, Sapeaçu e São Félix) o arranjo espacial do ácaro vetor nas plantas foi agregado ($ID > 1$), enquanto que em Maragogipe, foi uniforme ($ID < 1$). Já em setembro, essa dinâmica apresentou discreta variação, aumentando para três os municípios com padrão uniforme (Cruz das Almas, São Félix), enquanto que os demais apresentaram arranjo espacial agregado para plantas.

A presença de outras hospedeiras dentro do pomar, como mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), maracujá (*Passiflora edulis* Sims), hibisco (*Hibiscus* sp. L.) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), figuram como refúgio e de fonte de alimento para os ácaros do gênero *Brevipalpus* (CHILDERS e DERRICK, 2003). Então, se os ácaros dispõem de diversos hospedeiros numa determinada área cultivada com cítricos, a infestação da cultura principal pode declinar e por conseqüência, promover diminuição na incidência e elevação no ID, refletindo assim no arranjo espacial do vetor.

O padrão agregado do ácaro vetor da leprose dos citros na maioria dos pomares estudados pode se configurar numa importante informação não só para os

organismos que cuidam de pesquisa, extensão rural e defesa agropecuária, como também para o setor produtivo, pois descreve a dinâmica espacial do vetor na região. Esse tipo de informação possibilita a proposição e análises de hipóteses biológicas sobre os mecanismos de disseminação da praga, bem como auxiliar nas sugestões de estratégias aplicadas ao controle num cenário de possível invasão do vírus (CiLV) da leprose dos citros (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007).

Foi observada agregação no arranjo espacial das populações de *B. phoenicis* em plantas de citros do Recôncavo Baiano, tal como verificado para populações virulíferas no estado de São Paulo (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007). Esses autores relataram que plantas localizadas mais próximas às plantas sintomáticas estão mais propensas à infecção por CiLV, face ao deslocamento preferencial do ácaro virulífero entre plantas dentro da linha de plantio, denotando a baixa mobilidade do vetor no pomar.

Então, mesmo indene ao vírus (CiLV), o Recôncavo Baiano é uma área posta em risco dada a continuidade espaço-temporal do hospedeiro (citros) e à ampla distribuição do vetor (*B. phoenicie*). O risco da Leprose dos Citros adentrar ao Recôncavo Baiano é potencializado pelo histórico de ocorrência dessa praga em outras regiões produtoras do Estado, como o Litoral Norte e o Oeste Baiano.

Determinação do Número Mínimo de Amostras. O cálculo do tamanho mínimo da amostra foi feito a partir dos dados de incidência em plantas e em frutos em ambas as amostragens. Após a primeira amostragem foi estimado um mínimo de 18 pomares a serem avaliados para a correta estimativa da percentagem de plantas infestadas, enquanto que para a estimativa da incidência em frutos, o número mínimo de pomares seria 52. Com o perfil da segunda amostragem, o tamanho amostral mínimo foi calculado em 10 ou 89 pomares para obtenção de estimativas representativas da incidência em plantas ou em frutos, respectivamente.

Tendo em vista a necessidade de otimização de tempo e de recursos humanos e financeiros nas atividades de assistência técnica rural ou de defesa agropecuária, essa informação possui uma importância prática valiosa. Permite que as ações de levantamento sejam melhor organizadas e que planos de contingência adequados sejam desenvolvidos quando da eventualidade do ingresso do CiLV em pomares da região. Mais ainda, demonstra que nas duas amostragens foi usado um

número de pomares maior que o mínimo necessário, aumentando a confiabilidade dos dados levantados.

O baixo número de amostras necessárias para a estimativa da infestação em plantas é explicado pela prevalência de 100% do ácaro vetor nas áreas amostradas, acompanhada de altas incidências. De fato, na primeira amostragem 79% dos pomares apresentaram mais de 50% de plantas infestadas (Figura 6). Na segunda amostragem aquele índice diminuiu para 56% de pomares com alta infestação.

Em contraste, o maior número de pomares necessários para a estimativa de frutos infestados reflete uma maior frequência de pomares com baixas infestações em frutos. Na amostragem-piloto, apenas 14% dos pomares apresentaram mais de 50% dos frutos infestados. No segundo levantamento esse número caiu ainda mais, com 8% dos pomares com alta infestação nos frutos (Figura 7).

Dentre as estratégias para manutenção das áreas indenidas ao CiLV, estão a intensa fiscalização do trânsito de matéria vegetativa passível de disseminação da praga; inspeções fitossanitárias sistemáticas nas áreas citrícolas, com o intuito de detectar e contingenciar possíveis focos da virose. A adoção de consistente programa de educação sanitária focado nos agricultores, produtores de mudas e população em geral, é uma ferramenta a ser utilizada para aproximar a cadeia produtiva das necessárias e controversas ações da defesa agropecuária.

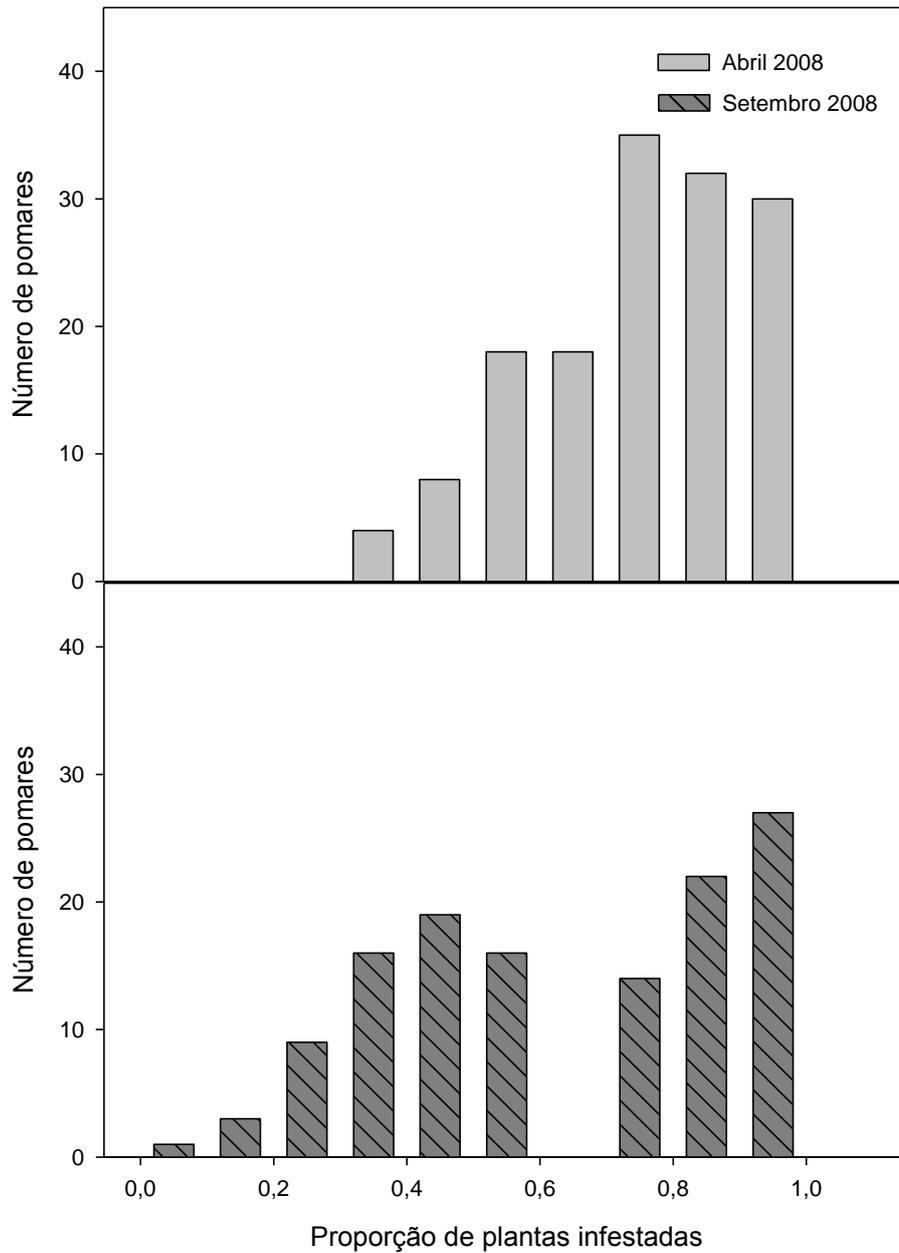


Figura 6 – Distribuição de frequência de pomares com diferentes infestações de *B. phoenicis* em plantas, em duas épocas de amostragem no Recôncavo Baiano, 2008.

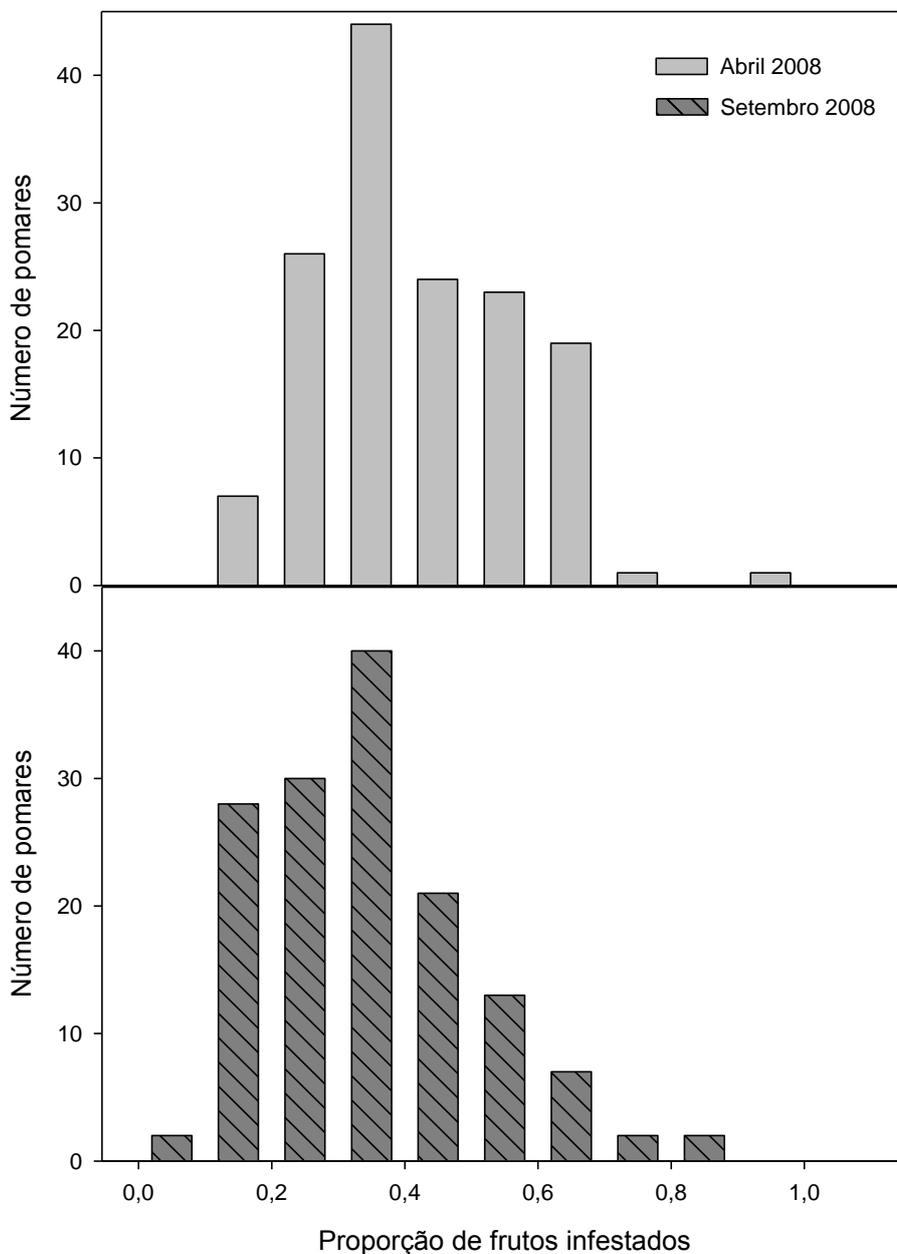


Figura 7 – Distribuição de frequência de pomares com diferentes infestações de *B. phoenicis* em frutos, em duas épocas de amostragem no Recôncavo Baiano.

Assim, constatando-se que a infestação de frutos por *B. phoenicis* obteve menor frequência daquela registrada para plantas, e que são os frutos que sofrem com a depreciação cosmética quando da invasão do vírus, então, para a tomada de decisão de manejo da praga, sugere-se que sejam priorizadas as amostragens em frutos.

CONCLUSÃO

- Para estimativa da incidência de ácaros *Brevipalpus phoenicis* no RB, o tamanho mínimo da amostra é de 18 ou 89 pomares, para infestação em plantas ou frutos, respectivamente.
- Os ácaros *B. phoenicis* são prevalentes em 100% dos municípios e pomares da região do estudo.
- Em 13 municípios do RB, a incidência média em plantas foi de 0,74 e 0,63 e em frutos, de 0,41 e 0,34, respectivamente, nas amostragens de abril e setembro de 2008.
- O arranjo espacial de pomares infestados por *B. phoenicis* foi agregado.
- Em 2008, o RB era área livre de CiLV.

REFERÊNCIAS CITADAS

ALVES, E. B.; CASARIN, N. F. B.; OMOTO, C. Mecanismos de Dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em Pomares de Citros. **Neotropical Entomology**, Londrina/PR, v.34, p.089-096, 2005.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**, 3. ed. São Paulo/SP: Agronômica Ceres, 1995, p.647-671.

BASSANEZI, R. B.; LARANJEIRA, F. F. Spatial patterns of leprosis and its mite vector in commercial citrus groves in Brazil. **Plant Pathology**, England, v.56, p.97-106, 2007.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba/SP: Agronômica Ceres, 1996, 299p.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. IME/USP: São Paulo/SP, 2000. 280p.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Designing experiments and sampling. In: CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 353-391.

CARVALHO, R. S.; SANTOS, N. M.; ESTEVAN, J. L. D; TELES, S.; SILVA, M. P. L. Entomofauna associada a citros em dois sistemas: Manejo convencional com áreas de capina e cultivo intercalar com feijão-de-porco. Circular Técnica, n.93, EMBRAPA/CNPMPF, 2009. Disponível em:< http://www.cnpmpf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_93.pdf > Acesso em: 01 mai 2011.

COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Fundo de Cultura: Rio de Janeiro/RJ, 1965. 555p.

CITRUS BR. **Exportação brasileira de suco de laranja registra queda em 2009**. Disponível em:< <http://www.atcitrus.com/portugues/noticia.asp?seccion=principales&id=310>> Acesso em: 11 jan 2010.

CHILDERS, C. C.; DERRICK, K. S. *Brevipalpus* mites of unassigned rhabdovirus in various crops. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland v.30, p. 1-3, 2003.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V. Notes on Acari species on ornamental plants from Central America imported for propagation in Florida and potential risks of exotic pest introductions. **Florida Entomologist**, Florida/USA, v. 88, p. 408-414, 2005.

COLARICCIO, A.; LAVISSOLO, O.; CHAGAS, C. M.; GALLETI, S. R.; ROSSETTI, V.; KITAJIMA, E. W. Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis virus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v. 20, p. 208-213, 1995.

COOKE, B. M. **Disease assessment and yield loss**, chapter 2, p. 43-80. In: COOKE, B. K.; JONES, D. G.; KAYE, B., The epidemiology of plant diseases, 2nd edition, Springer, Netherlands, 2006, 575 p.

DESEMBAHIA. Relatório de Mercado de Citrus: **Laranja**. Disponível em: <<http://www.desenbahia.ba.gov.br/recursos/news/video> > Acesso em: 29 mar 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais das Tecnologias Geradas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa/publicacoes/documentos/documento-149.pdf> > Acesso em: 01 fev. 2009.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO (2008). **Statistical** – database. Disponível em:<<http://www.apps.fao.org>> Acesso em: 15 dez 2008.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; HAMADA, E. Diseases in tropical and plantations crops as affected by climate changes: current knowledge and perspectives. **Plant Pathology**, England, v.60, p.122-132, 2011.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM), 2008**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/> > Acesso em: 02 mai. 2011.

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

LOPES, M. V.; OLIVEIRA, C. A. L.; BARRETO, M.; BARBOSA, J. C. e ROSSI, F. M. Dimensionamento de amostras para monitoramento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura** [on line], vol.29, n.3, pp. 671-676, 2007.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity and temporal analysis. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 33, p. 529-564, 1995.

MAPA. Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada dos Citros. IN SARC 006, in: Diário Oficial da União, 2004.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de Acarologia: **Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto/SP: Holos, 2008, 308p.

NORONHA, A. C. S.; CARVALHO, J. E. B.; CALDAS, R. C. Ácaros em citros nas condições de Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas/BA, v.19, n.3, p.373-376, 1997.

OLIVEIRA, C. A. L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v.6, p.1-32, 1986.

OLIVEIRA, C. A. L. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: Oliveira, C.A.L.; Donadio, L.C. (Eds.). Leprose dos citros. Jaboticabal/SP. FUNEP. pp. 37-48. 1995.

OLIVEIRA, V. S.; NORONHA, A. C. S., ARGOLO, P. S.; CARVALHO, J. E. B. Acarofauna em pomares cítricos nos municípios de Inhambupe e Rio Real no Estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas/BA, v.19, n.3, p. 257-261, 2007.

PASSOS, O. S.; SANTANA, M. A. **Citricultura no estado da Bahia**. 2004. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em: 07 jan. 2011.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Missão Européia analisa sanidade do citrus na Bahia**, 2008. Disponível em: <<http://www.abanorte.com.br/noticias/missao-europeia-analisa-sanidade-do-citrus-na-bahia>> Acesso: 22 abr. 2009.

RODRIGUES, J. C. V. **Relações patógeno-vetor-plantas no sistema leprose dos citros**. Tese (Doutorado). Escola Superior 'Luis de Queiroz', ESALQ/USP, Piracicaba/SP, 2000.

RODRIGUES, J. C. V. Programa de redução do inóculo da leprose dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v. 23, p. 321-332, 2002.

SANTOS-FILHO, H. P.; BARBOSA, C. J.; LARANJEIRA, F. F.; SILVA, S. X. B. Clorose Variegada dos Citros Ameaça a Citricultura do Recôncavo Sul. **Citros em Foco**: CNPMF/EMBRAPA, n.34, Cruz das Almas/BA, 2010.

SILVA, L. G.; CAETANO, R. S. X.; ROCHA, J. B.; VIDAL, C. A.; LARANJEIRA, F. F. Prevalência e Incidência de Leprose dos Citros no Recôncavo Baiano e Litoral Norte da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v.29, p.254-255. 2004.

SECEX. Secretaria do Comércio Exterior, 2011. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/>>, Acesso em: 02 mai. 2011.

TANAJURA, C. A. S.; GENZ, F.; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: Validação da Simulação do Clima Presente do Hadrm3p e Comparação com os Cenários A2 E B2 para 2070-2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos/SP, v.25, n.3, p. 345 – 358. 2010.

XU, X. **Modelling and interpreting disease progress in time**, chapter 8, p.21-238, In: COOKE, B. K.; JONES, D. G.; KAYE, B., The epidemiology of plant diseases, 2nd edition, Springer, Netherlands, 2006, 575 p.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA DA INFESTAÇÃO DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM POMARES CÍTRICOS DA BAHIA ¹

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Fruticultura

**DINÂMICA DA INFESTAÇÃO DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939)
(ACARI: TENUIPALPIDAE) EM POMARES CÍTRICOS DA BAHIA**

Autora: Suely Xavier de Brito Silva

Orientador: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co – Orientadora: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: Em duas regiões da Bahia, Litoral Norte (LN) e Recôncavo Baiano (RB), quantificou-se a dinâmica espaço-temporal da infestação de plantas cítricas pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939). Dez pomares de cada região foram avaliados mensalmente (de abril de 2008 a fevereiro de 2011), nos quais 21 plantas tiveram três frutos/planta vistoriados com lupa de 10x para registrar a presença, ou ausência do ácaro. A proporção média de plantas infestadas variou entre 0,38 e 1,0. Em frutos, a proporção mínima de infestação foi 0,10 e máxima de 0,73 no LN e 0,66 no RB. O processo de infestação foi sazonal, com mais unidades infestadas na primavera-verão (Nemenyi, $p < 0,05$). A análise de densidade espectral mostrou a ocorrência de dois tipos de ciclos: um com período aproximado de 2 meses, possivelmente relacionado com a biologia do ácaro e outro anual, decorrente da interação vetor-hospedeiro-ambiente. Em ambas as regiões, a aleatoriedade caracterizou o padrão espacial da infestação do ácaro intra e inter-pomares. Não foram observados sintomas de leprose dos citros no RB.

Palavras chave: Acari vetor do CiLV, padrão espacial, sazonalidade da infestação

INFESTATION DYNAMICS OF *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) IN CITRUS ORCHARDS OF BAHIA, BRAZIL

Author: Suely Xavier de Brito Silva

Adviser: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co – Adviser: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: The spatial-temporal dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) infestation was quantified in two regions of Bahia State, Brazil (Litoral Norte and Recôncavo Baiano). In each region, 10 orchards were evaluated monthly (from April 2008 to February 2011), 21 plants per orchard and three fruits per plant were inspected with a magnifying glass (10x) to record the presence or absence of the mite. The average proportion of infested plants varied between 0.38 and 1,0. In fruits, the minimum proportion of infestation was 0.10 and maximum, of 0.73 for LN and 0.66 in the RB. The infestation process had a strong seasonal component with more infested units detected in Spring or Summer (Nemenyi, $p < 0.05$). The spectral density analysis showed the formation of two cycles of infestation: one of two to three months, possibly related to the mite's biology and other larger, annual, arising from the interaction vector-host-environment. In both regions the spatial pattern of mite infestation within and between orchards was random. No citrus leprosis symptoms were found in RB.

Key Words: Acari, CiLV vector, spatial pattern, seasonality of infestation.

INTRODUÇÃO

A citricultura baiana é a segunda no *ranking* nacional, e os polos do Litoral Norte (LN) e Recôncavo Baiano (RB) detem 80% das áreas plantadas (PASSOS e SANTANA, 2004). Estima-se que a citricultura nacional tem um dispêndio anual com acaricidas da ordem de 90 milhões de dólares. Desse montante, 83% destinam-se ao controle do ácaro vetor da leprose, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (RODRIGUES, 2000). Na Bahia, os primeiros registros de leprose dos citros ocorreram entre 1999 e 2001 no Território do Litoral Norte e Agreste de Alagoinhas, próximo à divisa com o Estado de Sergipe (SILVA et al., 2004). Uma década mais tarde, foram relatadas ocorrências na região Oeste, mas nunca foram observados sintomas no Recôncavo Baiano (ADAB, dados não publicados).

No complexo leprose dos citros, muita atenção é dada aos ácaros do gênero *Brevipalpus* por serem os transmissores dessa virose não-sistêmica, que afeta ramos, folhas e frutos. Essa preocupação se justifica à luz dos reflexos econômicos e ambientais, seja pela necessidade de controle químico ao vetor e conseqüente elevação do custo de produção, seja pelos riscos do uso intenso de agrotóxicos (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

O gênero *Brevipalpus*, composto por mais de 300 espécies distribuídas por todo o mundo, é o de maior importância da família Tenuipalpidae. Esses ácaros apresentam importância agrícola por danificarem diversas culturas (JEPPSON et al., 1975). Entretanto, os principais danos são indiretos, relativos à transmissão de fitovírus, além do desencadeamento de sintomas como cloroses, bronzeamento ou áreas necróticas em folhas (CHILDERS e DERRICK, 2003).

De acordo com Childers e Rodrigues (2005), a introdução de material de propagação ou de plantas ornamentais de países onde a leprose dos citros e demais viroses associadas aos *Brevipalpus* ocorrem, aumenta o risco de disseminação para

novas áreas. Porém, a curtas distâncias, considerando tratar-se de uma virose não-sistêmica, o vetor adquire papel relevante na dispersão do patógeno. Ou seja, sua ocorrência é condição fundamental para o progresso espaço-temporal da doença dentro da planta e do pomar (COLARICCIO et al., 1995).

Para o planejamento de experimentos, elaboração de planos de amostragem e adoção de estratégias que visem o manejo racional de doenças, a análise espaço-temporal de doenças se constitui numa ferramenta indispensável. Além disso, essas ferramentas podem ser usadas para a quantificação de danos econômicos e na estimativa de impactos sócio-ambientais interrelacionados (CAMPBELL e MADDEN, 1990). Em condições de campo três tipos de arranjo espacial são observados: uniforme, aleatório e agregado. Sendo uma epidemia um evento dinâmico, os padrões espaciais podem apresentar variações ao longo do tempo (CAMPBELL e MADDEN, 1990).

Os estudos acerca dos ácaros *B. phoenicis* habitualmente têm como pano de fundo as paisagens citrícolas com registro de ocorrência do CiLV. Esse é o caso, por exemplo, da investigação do padrão espacial do ácaro em pomares de São Paulo (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007), e do desenvolvimento de modelos de disseminação da leprose baseados na presença do ácaro (FRANCISCON et al., 2008). Mesmo estudos de mecanismos de dispersão de *B. phoenicis* tem sido tradicionalmente feitos em regiões com leprose (ALVES et al., 2005).

Ampliar o conhecimento sobre a flutuação populacional destes ácaros e seu padrão espacial em regiões de não-ocorrência da virose é importante face ao risco de ingresso da leprose dos citros naquelas áreas. Esse conhecimento embasaria as ações de defesa agropecuária. Assim, considerando-se a importância sócio-econômica da citricultura do RB, a máxima prevalência do ácaro *B. phoenicis* naquela região (SILVA et al., 2009) e a ocorrência de leprose dos citros no parque citrícola do LN, este trabalho objetivou: em ambas as regiões (i) quantificar a proporção de plantas e frutos com infestação por *Brevipalpus phoenicis*; (ii) caracterizar o padrão espacial de infestação do vetor do CiLV; e (iii) descrever a dinâmica temporal da infestação.

MATERIAL E MÉTODOS

Regiões Estudadas. Recôncavo Baiano (RB) e Litoral Norte (LN) distam entre si aproximadamente 100 km. O RB (Figura 1) é banhado pelas bacias hidrográficas dos rios Paraguaçu e Capivari. Considerando dados meteorológicos da série temporal de 1971 a 1997, D'Angiolella et al. (2010) caracterizaram o clima do RB, como Am (classificação de Köppen): tropical úmido monçônico, tipo que apresenta chuvas inferiores a 60,0 mm no mês mais seco. Segundo o método de Thornthwaite, o clima da região seria C₁ s A' a': sub-úmido com excedente hídrico moderado no inverno, megatérmico, com 31% da estação de crescimento das plantas concentrada no verão (D'Angiolella et al., 2010).

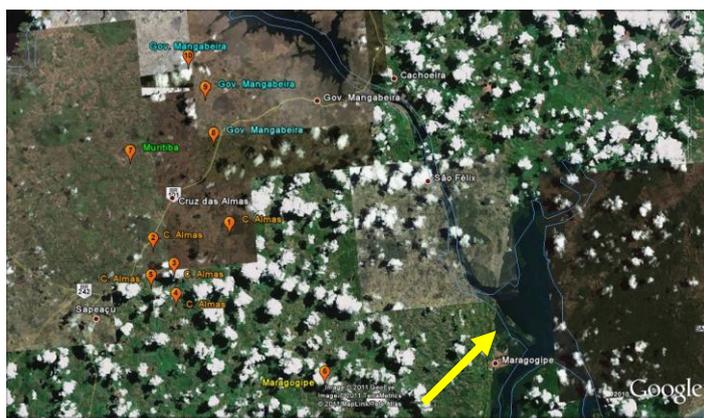


Figura 1. Localização dos 10 pomares avaliados para determinação da incidência e caracterização do arranjo espaço-temporal do ácaro *B. phoenicis* nos municípios de Maragogipe, Cruz das Almas, Muritiba e Governador Mangabeira, no Recôncavo Baiano, de abril de 2008 a fevereiro de 2011. A seta amarela indica o rio Paraguaçu.

A região do LN compreende as bacias hidrográficas dos rios Real e Itapicuru. O clima é do tipo seco a sub-úmido (As, classificação de Köppen), com precipitação e temperatura médias em torno de 928 mm e 24,1°C, respectivamente (CEI, 1994). No LN (Figura 2), todos os pomares selecionados localizaram-se município de Rio Real, nas localidades do Loreto, Lima e Pindoba, sem registro de Leprose dos Citros.

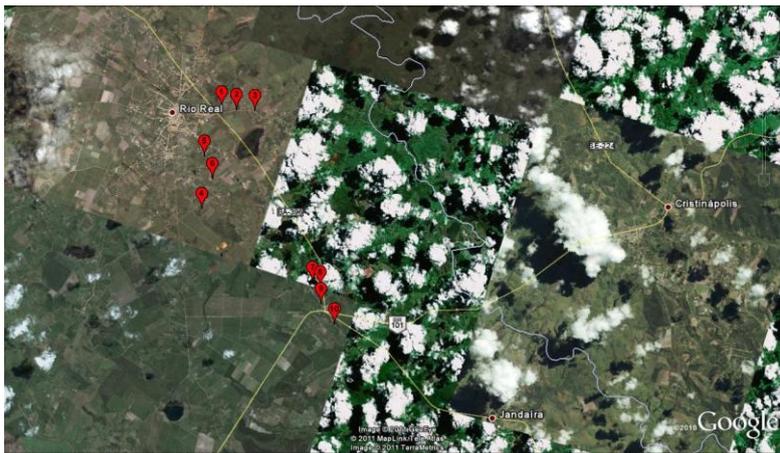


Figura 2. Localização dos 10 pomares avaliados (ícones vermelhos) para determinação da incidência e caracterização arranjo espaço-temporal do ácaro *B. phoenicis* no município de Rio Real, Litoral Norte da Bahia, junho de 2008 a fevereiro de 2010. A seta amarela indica o rio Real, divisa os Estados Bahia e Sergipe.

Em ambas as regiões foram selecionados dez pomares cujas áreas variaram entre três e cinco hectares, constituídos da variedade laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* L.) enxertada sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*), em fase produtiva e com idade entre 08 e 15 anos. Nenhum dos pomares foi pulverizado com qualquer produto que interferisse no ciclo de vida dos ácaros. Todas as áreas apresentavam culturas intercalares e ervas infestantes, as quais eram manejadas por capina mecânica.

No RB, a seleção também passou pelo crivo da incidência média de *B. phoenicis* em plantas e frutos, resultado de uma amostragem piloto realizada em 13 municípios, em abril de 2008. Essa amostragem indicou máxima e mínima incidência do ácaro plano dos citros nos municípios de Maragogipe e Muritiba, respectivamente. Os municípios de Cruz das Almas e Governador Mangabeira posicionaram-se na faixa mediana de infestação. Além da infestação que indicou os municípios que seriam estudados, a área plantada (IBGE, 2008) determinou a quantidades de pomares que seriam avaliados: cinco em Cruz das Almas, um em Maragogipe, um em Muritiba e três em Governador Mangabeira (Figura 1).

Incidência do Vetor. A incidência de *B. phoenicis*, considerada como a proporção de plantas ou frutos infestados, foi determinada a partir da observação ao acaso de 21 plantas por pomar, mediante caminhamento em W. Em cada planta avaliou-se a superfície total de três frutos com auxílio de lupa de 10x de aumento. A

presença ou ausência do ácaro era registrada de forma binária, sem quantificar o número de ácaros encontrados ou seu estágio de desenvolvimento. Os frutos amostrados situavam-se no interior da copa das árvores, em diferentes quadrantes da planta. Cada planta foi também inspecionada visualmente para a identificação de sintomas da leprose dos citros nos diversos órgãos suscetíveis (folhas, ramos ou frutos). Todas as avaliações foram feitas por uma equipe de pessoas experientes no reconhecimento de sintomas da doença e identificação do seu vetor. A metodologia adotada é a preconizada pela Produção Integrada de Frutas - Citros (PIF) para o monitoramento de ácaros (MAPA, 2004).

Para cada área foi determinada a proporção de plantas e frutos infestados em cada avaliação (p).

$$p = \sum X_i / nN$$

onde: $\sum X_i$ é o somatório do número de amostras infestadas pelo ácaro em cada unidade amostral i , n é o número de amostras por unidade amostral e N é o número total de unidades amostrais.

Análise da Dinâmica Temporal. Os dados mensais de incidência foram usados para plotar as curvas de flutuação da infestação em frutos e plantas. Para determinar a ocorrência de padrões cíclicos, aplicou-se a análise da densidade espectral. Essa ferramenta avalia a interação entre funções seno e cosseno e revela a duração dos ciclos do fenômeno, ou seja, qual o período de tempo em que eventos similares ocorrem (CHATFIELD, 2004). Os dados passaram previamente pelo procedimento *Trend Subtract*, ajuste que permite eliminar tendências de aumento ou diminuição nos valores e restar apenas a tendência cíclica. Na análise de densidade espectral propriamente dita, as estimativas foram suavizadas pela janela *Hamming* de largura 5, para evitar picos não representativos das variações temporais (LARANJEIRA, 2002).

Análise Estatística. As curvas de infestação foram subdivididas em estações do ano, de acordo com o calendário: primavera (23/09 a 21/12), verão (22/12 a 19/03), outono (20/03 a 20/06) e inverno (21/06 a 22/09). Tratando-se de dados correlacionados que não seguiam a distribuição normal, utilizou-se a análise de variância (ANAVA) de Friedman para apontar diferenças sazonais na infestação. Para a separação de médias, aplicou-se teste de Nemenyi ($p < 0,05$), versão não-paramétrica do teste de Tukey (ZAR, 1996). O teste de Nemenyi trabalha com a

ordenação crescente dos dados de todas as amostras, sendo que os valores originais são substituídos pelo número de ordem ocupado por eles na série do conjunto ordenado (ZAR, 1996). Em caso de empates, faz-se a média dos postos correspondentes, e se atribui esse mesmo valor a todos os dados empatados. Se as amostras pertencerem à mesma população, isto é, se forem iguais, as médias dos seus postos serão admitidas como iguais. O número de observações para cada estação do ano e região não eram iguais. Assim, para cada estação do ano, as observações foram selecionadas aleatoriamente, oito para o RB e sete para o LN.

Análise do Arranjo Espacial. Os padrões espaciais da infestação foram determinados por metodologia descrita por Madden e Hughes (1995), em que o Índice de Dispersão (ID) é obtido mediante a relação entre a variância observada e a variância binomial do processo em estudo, através da equação:

ID = Vobs / Vbin, sendo:

Vobs = $\sum (X_i - n p)^2 / n^2 (N-1)$, onde:

$\sum X_i$ é o somatório do número de componentes infestados (plantas ou frutos) em cada unidade amostral i e

N é o número total de unidades amostrais em cada avaliação

Vbin = $p (1- p) / n$, onde:

p é a incidência média na área amostrada e

n é o número de componentes avaliados por unidade amostral

A hipótese nula foi a de que o padrão observado era aleatório. Valores de ID estatisticamente iguais a 1 foram considerados indicativos de padrão aleatório (Teste χ^2 , $P < 0,05$), enquanto que valores estatisticamente superiores a 1 se constituíram como indicativos de agregação dos dados e valores inferiores a 1, indicativos de uniformidade.

RESULTADOS

Dinâmica temporal da infestação. As curvas de infestação apresentaram-se cíclicas no RB e no LN, tanto para plantas quanto para frutos (Figura 3). De maneira geral os picos ocorreram em meses de primavera ou verão, com valores nunca inferiores a 0,9 para plantas e 0,65 para frutos. As menores proporções de plantas

ou frutos infestados foram registradas em meses de outono e inverno, com valores mínimos de 0,38 para plantas e 0,15 para frutos. Os valores médios de infestação nas duas regiões foram muito semelhantes, tanto para plantas (LN: 0,81; RB: 0,79) quanto para frutos (LN: 0,40; RB: 0,39). Não foram observadas tendências generalizadas a aumento ou diminuição na infestação ao longo do tempo, em qualquer das regiões.

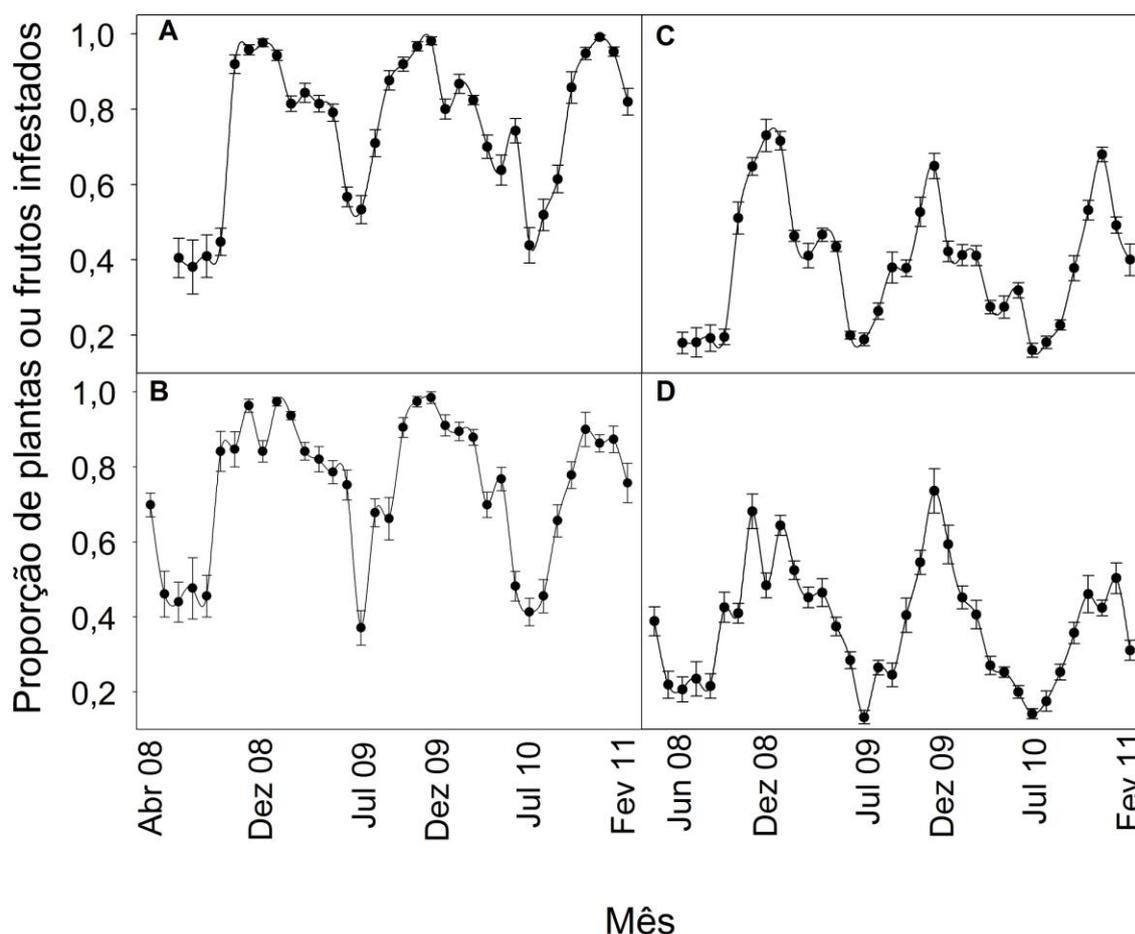


Figura 3. Variação mensal na proporção de plantas ou frutos infestados por *Brevipalpus phoenicis* em duas regiões citrícolas da Bahia, Recôncavo Baiano (A, plantas; C, frutos) e Litoral Norte (B, plantas; D, frutos). Pontos pretos representam as médias de dez pomares (21 plantas e 63 frutos amostrados); a barra representa o erro padrão da média.

A análise de densidade espectral revelou a existência de ciclos definidos de infestação. No RB foram observados dois ciclos principais, um com período aproximado de 2,2 meses e outro ao redor de 11 meses, tanto para infestação em

plantas quanto em frutos (Figuras 4A e 4C). No LN, o ciclo mais intenso teve período de seis meses, enquanto o secundário variou entre 2 e 3 meses conforme a infestação era em plantas ou frutos (Figuras 4B e 4D).

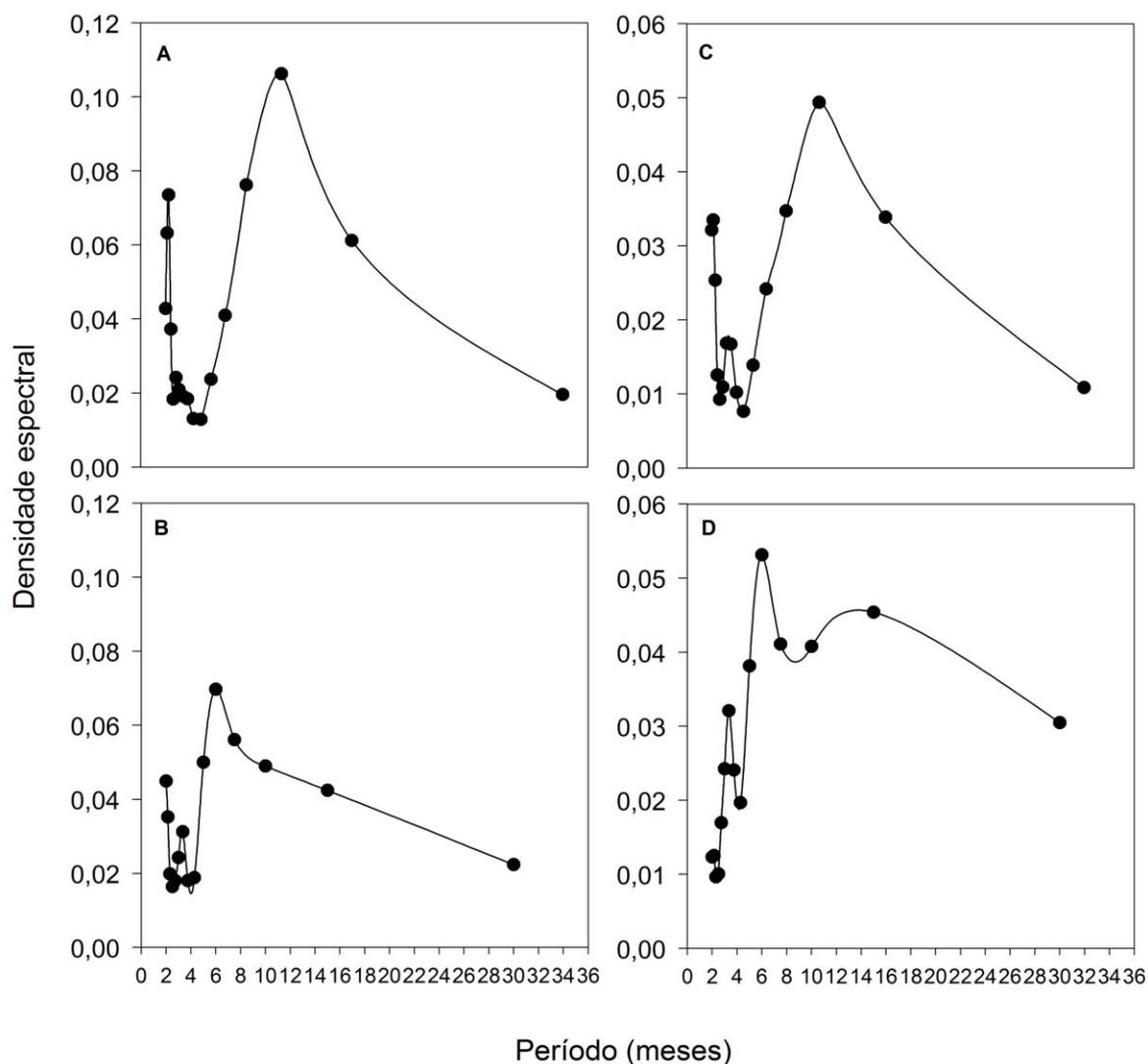


Figura 4. Densidade espectral associada às curvas médias de infestação por *B. phoenicis* em duas regiões citrícolas da Bahia, Recôncavo Baiano (A, plantas; C, frutos) e Litoral Norte (B, plantas; D, frutos). Picos de densidade espectral indicam o período de repetição dos ciclos que compõem a flutuação das infestações.

Sazonalidade. A análise de Friedman indicou diferença estatística entre estações do ano para ambas as regiões e tipos de infestação (plantas ou frutos, Figura 5). O padrão sazonal foi similar para infestação em plantas em ambas as regiões: altas infestações na primavera e no verão, com tendência a redução no outono e no inverno (Figuras 5A e 5B). Os valores registrados no verão não

diferiram estatisticamente dos da primavera pelo teste Nemenyi ($P < 0,05$). Em todas as situações os valores do outono não puderam ser distinguidos estatisticamente dos do inverno.

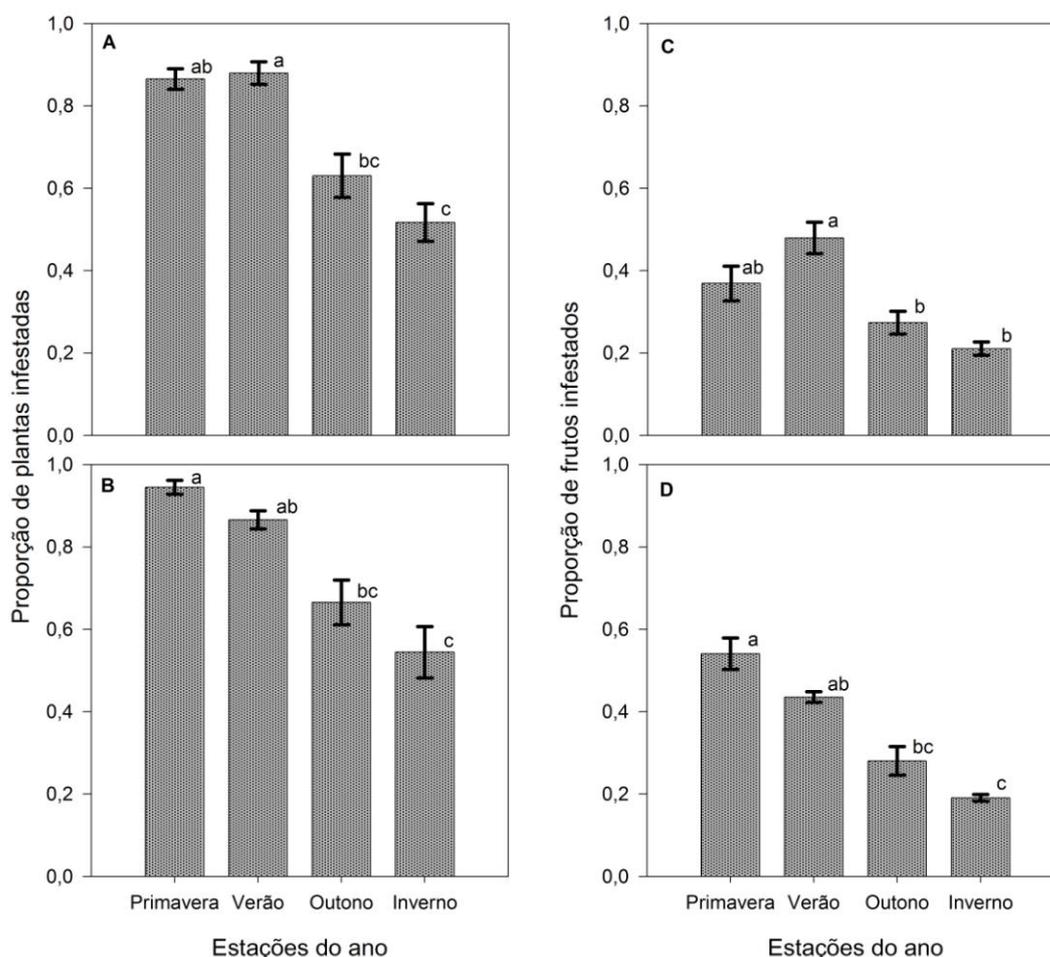


Figura 5. Sazonalidade da infestação por *B. phoenicis* em duas regiões citrícolas da Bahia, Recôncavo Baiano (A, plantas; C, frutos) e Litoral Norte (B, plantas; D, frutos). As colunas representam as médias da proporção de plantas ou frutos infestados em dez pomares (21 plantas e 63 frutos amostrados); a barra representa o erro padrão da média. Barras com letras minúsculas iguais não diferem significativamente pelo teste não paramétrico de Nemenyi ($P < 0,05$).

Dinâmica espacial da infestação. O ID intrapomares e interpomares variou intensamente ao longo do tempo, sem, no entanto ultrapassar os limites da aleatoriedade (Figura 6A e 6C). Na única vez em que isso ocorreu (Maio de 2010, Figura 6A), a média do ID ficou pouco abaixo do limite indicativo de uniformidade. A maioria das avaliações resultou em valores de ID interpomares indistinguíveis de 1,

em ambas as regiões (Figura 6B e 6D). Picos ocasionais de agregação foram observados, mas nenhum tipo de ciclo foi detectado. Da mesma forma não puderam ser associados a uma estação do ano, já que ocorreram em meses de inverno ou verão, indistintamente.

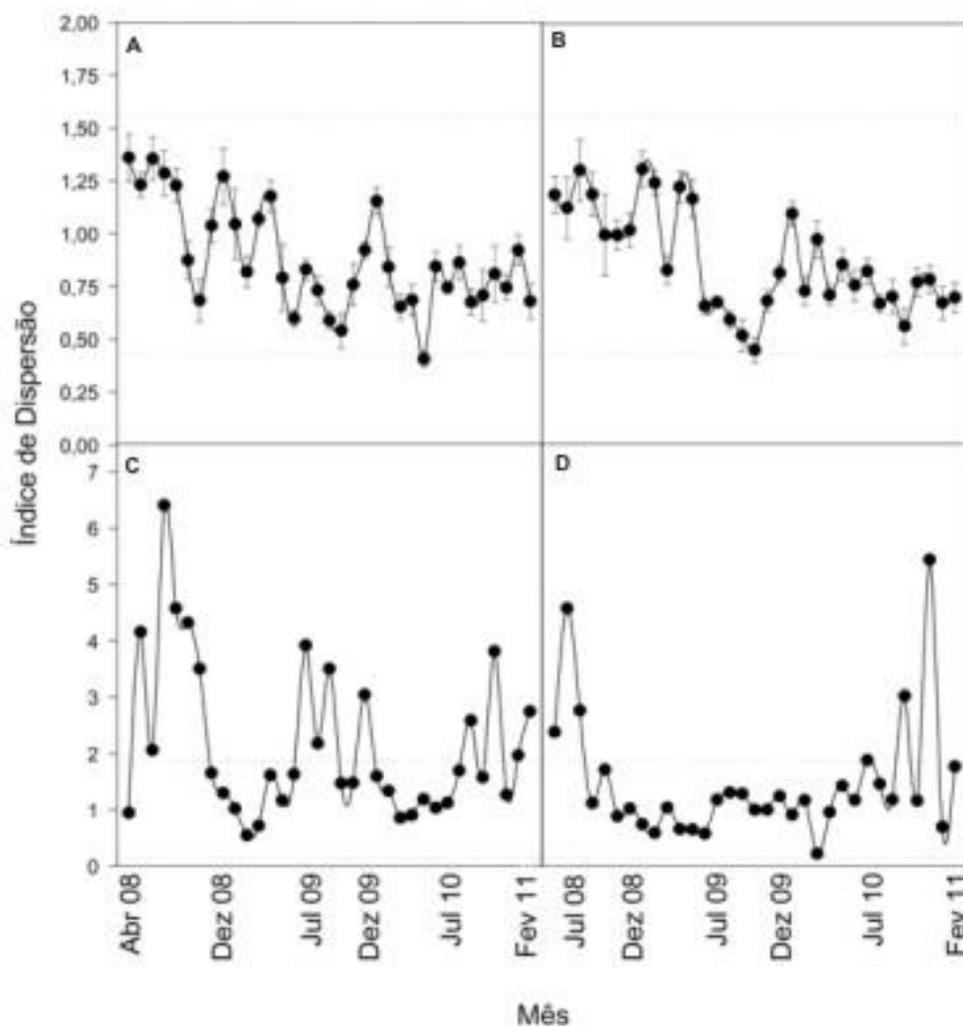


Figura 6. Variação mensal nos índices de dispersão da infestação de *B. phoenicis* em duas regiões citrícolas da Bahia, Recôncavo Baiano (A, intrapomares; B, interpomares) e Litoral Norte (C, intrapomares; D, interpomares). Os pontos pretos representam as médias de dez pomares e as barras, o erro padrão da média. Valores entre linha pontilhadas, a aleatoriedade; abaixo da linha pontilhada inferior, a uniformidade e, acima da linha pontilhada superior de cada gráfico, agregação estatisticamente significativa.

DISCUSSÃO

A infestação de plantas cítricas por *B. phoenicis* nunca havia sido estudada de maneira sistemática em plantios do nordeste do Brasil. Apesar disso, altas infestações já eram esperadas em função dos resultados de levantamentos anteriores (Oliveira et al., 2007; Silva et al., 2009).

As proporções elevadas tanto de frutos quanto de plantas infestadas, o padrão cíclico e ausência de consistente aumento ou diminuição ao longo do tempo, indicam que o vetor da leprose é endêmico nas duas regiões. O baixo uso de agrotóxicos em geral poderia explicar tal situação. Mesmo no LN, onde a leprose já foi registrada, não é comum o uso sistemático de acaricidas. Outro fator importante para a infestação do ácaro é a baixa variação na composição varietal dos plantios. A quase totalidade dos pomares é de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Trindade e Chiavegato (1990) mostram que as variedades de laranjeira Doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] Natal, Valência e Pêra Rio foram mais favoráveis ao acarino do que as variedades tangerina Ponkan (*C. reticulata*), limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), laranja Azeda (*Citrus aurantium* L.) e tangerina Cleópatra (*C. reshni*).

As medianas de infestação, tanto para plantas quanto para frutos, foram muito próximas para as duas regiões, indicando não haver diferenças substanciais na atual infestação. Apesar disso, a análise de densidade espectral apontou variação no período dos ciclos. É possível que essas distinções reflitam a interferência de fatores climáticos, não estudados neste trabalho. De qualquer modo, em nenhuma das regiões a flutuação foi intensa a ponto de eliminar a presença do ácaro, em plantas ou frutos. Então, ainda que sejam ecossistemas distintos, as áreas estudadas apresentam condições bióticas e abióticas favoráveis à constância do ácaro vetor do CiLV.

As peculiaridades do manejo de pomares nas duas regiões reforçam essa conclusão. Em ambas há uma diversificada paisagem agrícola: nas entrelinhas de citros são comuns os cultivos intercalares com milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), fava (*Vicia faba*), amendoim (*Arachis hypogaea*), mandioca (*Manihot esculenta*), abóbora (*Cucurbita* sp.) e maracujá (*Passiflora edilis*). Não raro, o único agrotóxico utilizado é o formicida e, para o controle da vegetação infestante, faz-se capina manual. Essas características podem atuar de diferentes modos na dinâmica

populacional de *B. phoenicis*: o baixo uso de acaricidas inibe a seleção de populações resistentes e tampouco afeta a população de seus predadores. *Brevipalpus* é um ácaro polífago. Com a diversidade vegetal, ele teria alternativas alimentares que não os citros, caso a cultura principal não proveja condições adequadas ao seu ciclo de vida.

Em nenhuma avaliação ou local do RB foram observados sintomas da leprose. Assim, as altas infestações de *B. phoenicis* nessa região tornam ainda mais importantes as medidas de exclusão de materiais de propagação de citros oriundos de locais com a doença. Mesmo no LN, medidas de redução do inóculo, tais como a poda de ramos sintomáticos ainda são necessárias para evitar maior disseminação da doença. Do ponto de vista da defesa fitossanitária, o nível de infestação em frutos no LN indica que sua comercialização para outras zonas citrícolas deveria ser precedida de tratamento.

A análise de densidade espectral foi usada por Laranjeira (2002), para estudar padrões temporais de variáveis associadas à clorose variegada dos citros. No patossistema da mancha graxa dos citros, Silva et al. (2008) utilizaram a mesma técnica para relacionar o período de incubação e de dispersão do patógeno (*Mycosphaerella citri*) com os fatores climáticos. No presente estudo, a decomposição da curva de flutuação da infestação indicou que a proporção de plantas ou frutos infestados é uma combinação de pelo menos dois ciclos. O ciclo de maior período parece refletir a influência de fatores mais complexos, tais como variáveis climáticas. O efeito específico desses fatores nos ciclos de infestação deverá ser tratado em estudo mais direcionado. Apesar disso, algumas hipóteses podem ser aventadas. Moraes e Flechtmann (2008) consideram ser forte a correlação existente entre a população acarina com temperatura e umidade. Possivelmente essas duas variáveis influenciaram na dinâmica populacional do ácaro vetor do CiLV no LN, tendo em vista os picos populacionais terem ocorrido na primavera e verão, habitualmente de menor umidade relativa e maior temperatura. De maneira complementar, as menores proporções de plantas infestadas foram registradas no outono e inverno, período no qual, frequentemente, são registrados os maiores índices de umidade e os menores de temperatura.

O ciclo de curta duração, revelado pela análise de densidade espectral para as duas regiões, parece ter relação com o ciclo de vida do ácaro. Seu período, de

dois a três meses, coincide com as estimativas de Haramoto (1966), o qual avaliou a biologia do ácaro. Nas temperaturas de 20°C e 25°C e umidade relativa de 65 a 70%, o período de ovo-adulto foi de aproximadamente 49 e 29 dias; enquanto que longevidade foi de 46 e 35 dias, respectivamente. Ou seja, o ciclo de vida variando entre 64 e 95 dias, período correspondente ao menor ciclo detectado pela curva de densidade espectral.

Determinou-se que a infestação de *B. phoenicis* em pomares citrícolas da Bahia é sazonal. As altas infestações nos meses mais quentes e secos, em contraste com as baixas infestações no outono-inverno, além de apontarem para relações com o clima, servem como subsídio para ações da defesa fitossanitária na região. Em conjunto com a caracterização do padrão espacial, os dados de proporção de frutos e plantas infestadas são a base para o detalhamento de planos de amostragem. No RB, área livre da leprose, tais planos podem ser usados para coletas periódicas de ácaros adultos. Os espécimens coletados seriam testados para presença do CiLV (KUBO et al., 2011) numa tentativa de detecção precoce do vírus, antes da ocorrência de sintomas. No LN, os planos de amostragem podem guiar ações de redução de inóculo, seja por aplicação de acaricidas, seja por remoção de partes afetadas das plantas.

A descrição do padrão espacial do vetor auxilia nas estratégias a serem adotadas no manejo do pomar com vistas ao controle da praga (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007). Ainda porque, a curtas distâncias, considerando se tratar de uma virose não sistêmica, o vetor tem papel relevante na epidemiologia da doença. Ou seja, sua ocorrência é condição fundamental para o progresso espaço-temporal desta dentro da planta e do pomar (COLARICCIO et al., 1995).

Bassanezi e Laranjeira (2007) demonstraram que plantas localizadas mais próximas às plantas sintomáticas estão mais propensas à infecção por CiLV, face ao deslocamento preferencial do ácaro virulífero se dar entre plantas dentro da linha de plantio, denotando a baixa mobilidade do vetor no pomar.

O padrão espacial da infestação por *B. phoenicis* em pomares da Bahia é aleatório, coincidindo com estudos realizados na Colômbia (SOLANO, et al, 2008). Essa informação poderá ser utilizada como subsídio de revisões nos índices amostrais. Segundo Wilson e Room (1983), o tipo de agregação de um organismo influi no número de unidades amostrais necessário para estimar a densidade de uma

população. Atualmente, objetivando ao controle do vetor em áreas de ocorrência do CiLV, o índice amostral é 1% das plantas do pomar. Caso 10% dessas plantas estejam infestadas, toma-se a decisão de controle (GRAVENA, 2004). Ademais, Southwood (1978) afirma que para a construção de um plano de amostragem devem ser considerados aspectos ligados à biologia, comportamento, distribuição espacial, número e tamanho da amostra, bem como fatores econômicos. Assim, uma revisão dos índices vigentes se justificaria.

Não foram encontrados estudos similares para plantios citrícolas do Nordeste. Além disso, pelo fato de ter sido conduzido em condições de campo, o presente estudo pode agregar informações ao programa estadual de citricultura o qual prima por um desenvolvimento sustentável desta cadeia produtiva.

Dentre os princípios de controle de pragas, a exclusão visa à manutenção de áreas livres por impedir o ingresso e estabelecimento do patógeno na área ameaçada. Como desafio à adoção e à eficácia desse princípio, alguns fatores devem ser superados. Os principais entraves são a desinformação dos agricultores acerca da leprose dos citros e a insuficiente fiscalização ao trânsito vegetal de produtos genuinamente produzidos no estado.

Diante dos elevados índices de infestação e a constância do ácaro nos pomares, sugere-se a implantação de algumas estratégias de defesa fitossanitária tais como: (i) avaliar o impacto econômico futuro no RB, caso a leprose dos citros venha se instalar na região; (ii) qualificar a mão-de-obra rural acerca da sintomatologia e danos econômicos associados à doença; (iii) tornar obrigatória a lavagem de frutos em *packing house* para os frutos procedentes de áreas de ocorrência do CiLV; (iv) intensificar a fiscalização do trânsito doméstico de vegetais.

CONCLUSÃO

- Nas regiões estudadas, a infestação de ácaros *B. phoenicis* é alta, com proporções medianas de plantas infestadas superiores a 0,78.
- A infestação por *B. phoenicis* apresenta ciclos de curta e longa duração, com expressiva sazonalidade. Maiores infestações tendem a ocorrer na primavera e as menores, no inverno.
- A dinâmica espacial da infestação não apresentou ciclos definidos, sendo caracterizada pela aleatoriedade.
- Não foram encontrados sintomas de leprose dos citros nos pomares avaliados do Recôncavo Baiano e do Litoral Norte, caracterizando-os como locais livres da praga.

REFERÊNCIAS CITADAS

ALVES, E. B.; CASARIN, N. F. B.; OMOTO, C. Mecanismos de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citros. **Neotropical Entomology**, Londrina/PR, v.34, p.89-96, 2005.

BASSANEZI, R. B.; LARANJEIRA, F. F. Spatial patterns of leprosis and its mite vector in commercial citrus groves in Brazil. **Plant Pathology**, England, v.56, p.97-106, 2007.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Designing experiments and sampling. In: CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p.353-391.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES (CEI). **Informações básicas dos municípios baianos: região nordeste**, 1994. Salvador: CEI, v.11, 495p.

CHATFIELD, C. **The analysis of time series: an introduction**. 6. ed. London: Chapman e Hall/CRC, 2004, 326p.

CHILDERS, C. C.; DERRICK, K. S. *Brevipalpus* mites of unassigned rhabdovirus in various crops. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p. 1-3, 2003.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V. Notes on Acari species on ornamental plants from Central America imported for propagation in Florida and potential risks of exotic pest introductions. **Florida Entomologist**, Florida/USA, v. 88, p. 408-414, 2005.

COLARICCIO, A.; LAVISSOLO O.; CHAGAS, C. M.; GALLETI, S. R.; ROSSETTI, V.; KITAJIMA, E. W. Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis virus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v. 20, p. 208-213, 1995.

D`ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Caracterização climática dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano, 2010 Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/13-831e6409241d28220970_befb518cd63d.pdf> Acesso em: 12 jun. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais das Tecnologias Geradas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmpf.embrapa/publicacoes/documentos/documento-149.pdf>> Acesso em: 01 fev. 2009.

FRANCISCON, L.; RIBEIRO JUNIOR, P. J.; KRAINSKI, E. T.; BASSANEZI, R. B.; CZERMAINSKI, A. B. C. Modelo autolístico espaço-temporal com aplicação à análise de padrões espaciais da leprose-dos-citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF, v.43, n.12, p.1677-1682, 2008.

GRAVENA, S. Manejo integrado de doenças é vital na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba/SP, n. 2, p. 54-59, 2004.

HARAMOTO, F. H. **Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina:Tenuipalpidae)**. Thesis (Doctor in Philosophy in Entomology), University of Hawaii, 1966, 101p.

IBGE. **Produção agrícola municipal (PAM), 2008**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>> Acesso em: 02 mai. 2011

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

KUBO, K. S.; NOVELLI, V. M.; BASTIANEL, M.; LOCALI-FABRIS, E. C.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; MACHADO, M. A.; FEITAS-ASTÚA. Detection of *Brevipalpus* – transmitted viruses in their mite vectors by RT-PCR. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.54, p.33-39, 2011.

LARANJEIRA, F. F. **Epidemiologia da clorose variegada dos citros no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /USP, Piracicaba/SP, 2002, 158p.

MAPA. Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada dos Citros. IN SARC 006, in: Diário Oficial da União, 2004.

MADDEN, L. V. Dynamic nature of within-field disease and pathogens distributions. In: JEGGER, M. J. (Ed.). **Spatial components of plant disease epidemics**. New Jersey: Prentice-Hall, cap. 5, p. 159-176, 1989.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity and temporal analysis. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 33, p. 529-564, 1995.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de Acarologia: **Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto/SP: Holos, 2008, 308p.

OLIVEIRA, C. A. L. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: Oliveira, C.A.L.; Donadio, L.C. (Eds.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal/SP. FUNEP. pp. 37-48, 1995.

OLIVEIRA, V. S.; NORONHA, A. C. S., ARGOLO, P. S.; CARVALHO, J. E. B. Acarofauna em pomares cítricos nos municípios de Inhambupe e Rio Real no Estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas/BA, v.19, n.3, p. 257-261, 2007.

PASSOS, O. S.; SANTANA, M. A. **Citricultura no estado da Bahia**. 2004. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 07 mai. 2006.

RODRIGUES, J. C. V. **Relações patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', ESALQ/USP, Piracicaba/SP, 2000.

RODRIGUES, J. C. V. Programa de redução do inóculo da leprose dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v. 23, p. 321-332, 2002.

RODRIGUES, J. C. V., KITAJIMA, E. W., CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. Citrus leprosis vírus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p.161-179. 2003.

SILVA, L. G.; CAETANO, R. S. X.; ROCHA, J. B.; VIDAL, C. A.; LARANJEIRA, F. F. Prevalência e Incidência de Leprose dos Citros no Recôncavo Baiano e Litoral Norte da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v.29, p.254-255. 2004.

SILVA, S. X. B.; LARANJEIRA, F. F.; SOARES, A. C. F.; MICHEREFF, S. J. Amostragem, caracterização de sintomas e escala diagramática da mancha graxa dos citros (*Mycosphaerella citri*) no Recôncavo Baiano. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, ISSN01038475, 2008.

SILVA, S. X. B.; SOARES, A. C. F.; LARANJEIRA, F. F.; ALMEIDA, D. O. Amostragem piloto e incidência do ácaro vetor do CiLV em pomares de cítricos do Recôncavo Baiano. In: XLII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Rio de Janeiro/RJ. **Tropical Plant Pathology**, Brasília/DF, v.34 (suplemento), p.125, 2009.

SOLANO, D. A.; ÁLVAREZ-HERRERA, J. G.; RODRIGUEZ, J. A. Distribución espacial de *Brevipalpus phoenicis*, vector de la leprosis de los cítricos en el cultivo de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en Yopal, Casanare (Colombia). **Agronomía Colombiana**, v.26 n.3, Bogotá-Colômbia, 2008.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1978. 525 p.

SOUZA, R. S. de. **Aspectos da inter-relação: Ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *Citrus sinensis* (L.) e meio ambiente**. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/SP. 2002, 64p.

SOUZA, R. S.; OLIVEIRA, C. A. L.; ARAÚJO, J. A. C, FERNANDES, E. J. Incidência de leprose em plantas cítricas submetidas a diferentes condições hídricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Manaus/AM. Resumos. v. 19, p. 247, 2002.

TRINDADE, L. F.; CHIAVEGATO, L. G. Colonização por *Brevipalpus obovatus* Donnadieu, 1875, *Brevipalpus californicus* (Banks, 1904) e *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari; Tenuipalpidae) em variedades cítricas. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v. 11, n.1, p. 227-270, 1990.

TRINDADE, M. L. B.; CHIAVEGATO, L. G. Caracterização biológica dos ácaros *Brevipalpus obovatus* D., *B. californicus* e *B. phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.2, p.189–195, 1994.

WILSON, L. T.; ROOM, P. M. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 12, n. 3, p. 50-58, 1983.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 3^a ed., New Jersey: Prentice Hall, 1996. 865 p.

CAPÍTULO 3

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA DINÂMICA DE INFESTAÇÃO DE
Brevipalpus phoenicis (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM
POMARES CÍTRICOS NO RECÔNCAVO BAIANO**

INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA DINÂMICA DE INFESTAÇÃO DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) EM POMARES CÍTRICOS NO RECÔNCAVO BAIANO

Autora: Suely Xavier de Brito Silva

Orientador: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co-orientadora: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) é ácaro cosmopolita e polífago, transmissor de importantes fitoviroses como a mancha anelar do cafeeiro (CoRSV), a pinta verde do maracujazeiro (PFGSV) e a leprose dos citros (CiLV). O Recôncavo Baiano (RB) é uma região ameaçada pelo risco de ingresso da leprose, pois lá não ocorre o vírus mas o vetor é endêmico. Com o objetivo de caracterizar as dinâmicas de probabilidade e da taxa de infestação de *B. phoenicis* sob a influência de fatores edafoclimáticas, foram realizadas inspeções mensais em nove pomares situados em Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Muritiba e Maragogipe, durante 35 meses. Com auxílio de lupa (10x), em cada pomar, sob caminhamento em “W”, foram avaliadas 21 plantas e três frutos/planta. Dados meteorológicos foram coletados a partir da estação convencional da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Para definir o grau de associação entre as variáveis climáticas, os dados foram submetidos à correlação de Spearman ($p < 0,01$). Foram selecionadas variáveis para a análise de componentes principais e as que mais contribuíram com a separação de grupos foram avaliadas pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$). O método de Quantil-Quantil determinou os valores-limite das variáveis climáticas: temperatura (24,5°C), fotoperíodo (12h), umidade relativa (83%), evapotranspiração (71 mm), dias de chuva (14 d). A combinação de dias mais longos, altas temperaturas, menores índices de umidade relativa e baixa evapotranspiração aumentou a probabilidade de infestação de plantas por *B. phoenicis*, enquanto que sucessivos eventos de chuva diminuíram esse risco. As taxas de infestação foram influenciadas negativamente por umidade relativa superior a 83% e, positivamente pela diminuição da fração de água disponível no solo, pela insolação e fotoperíodo.

Palavras-chave: probabilidade de infestação, taxa de infestação, *Citrus Leprosis Virus*, leprose, *Citrus*, mudanças climáticas.

INFLUENCE OF WEATHER VARIABLES ON THE INFESTATION DYNAMICS OF *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES,1939) (ACARI: TENUIPALPIDAE) IN RECÔNCAVO OF BAHIA CITRUS GROVES

Author: Suely Xavier de Brito Silva

Adviser: Dr. Francisco Ferraz Laranjeira

Co – Adviser: Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: *Brevipalpus phoenicis* is a cosmopolitan, polyphagous mite, vector of important phytoviruses like *Coffee Ringspot Virus* – CoRSV, *Passionfruit Greenspot Virus* - PFGSV and *Citrus Leprosis Virus* (CiLV). There is no case of leprosis in Recôncavo of Bahia (RB), Brazil, but this region is at risk because the mite is endemic. In order to characterize the dynamics of probability and infestation rate of *B. phoenicis* under the influence of soil and climatic factors, monthly inspections were performed in nine orchards located in Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Muritiba and Maragogipe, for 35 months. With the aid of a magnifying glass (10x), 21 plants and three fruits / plant were evaluated in each orchard. Meteorological data were collected from the Embrapa Cassava and Fruits conventional station. To define the degree of association between climatic variables, data were analyzed using the Spearman correlation ($p < 0.01$). Variables were selected by principal component analysis. The variables that contributed the most to the separation of groups were evaluated using the Mann-Whitney test ($p < 0.05$). The method of Quantile-Quantile determined thresholds for climatic variables: temperature (24.5 C), photoperiod (12h), relative humidity (83%), evapotranspiration (71mm) and days of rain (14d). The combination of longer days, higher temperatures, lower rates of evapotranspiration and low relative humidity increased the likelihood of infestation of plants by *B. phoenicis*, whereas successive rainfall events decreased this risk. Infestation rates were negatively influenced by relative humidity exceeding 83% and positively influenced by decreasing the fraction of available soil water, by sunlight and photoperiod.

Key Words: probability of infestation, infestation rate, Citrus Leprosis Virus, citrus leprosis, modelling, climate chang

INTRODUÇÃO

Ácaros do gênero *Brevipalpus* (Tenuipalpidae) são cosmopolitas, fitófagos estritos e polífagos (CHILDERS et al., 2003b). Embora afetem diversas culturas, os principais danos são indiretos, relativos à transmissão de fitovírus (JEPPSON et al., 1975; CHILDERS e DERRICK, 2003a; MORAES e FLECHTMANN, 2008). Diversas viroses são transmitidas por esses ácaros, seja em plantas ornamentais (*Orchid fleck virus* - OFV; *Cestrum Ringspot Virus* - CeRSV; *Hibiscus Greenspot Virus* - HGSV) (BASTIANEL et al., 2006), seja em cultivos perenes (*Passionfruit Greenspot Virus* - PFGSV; *Coffee Ringspot Virus* - CoRSV; *Citrus Leprosis Virus* - CiLV) (CHAGAS et al., 2003; RODRIGUES et al., 2003; KITAJIMA et al., 2003; LOCALI-FABRIS et al., 2006).

A leprose dos citros (CiLV) é a doença mais importante dentre as incitadas por vírus transmitidos por *Brevipalpus* (RODRIGUES et al., 2003; BASTIANEL et al., 2010). Há pelo menos um século essa doença vem sendo relatada como promotora de relevantes danos econômicos. Na Flórida (USA), Fawcett (1907) estimou perdas entre 35 e 75% com a queda prematura de frutos. No Brasil, estudo com diferentes cultivares mostrou faixa de perdas semelhante (RODRIGUES et al., 2003). Além do baixo valor dos frutos lesionados, incidências severas matam os ramos, reduzem o volume de copa e a produtividade (RODRIGUES et al., 2003; BASTIANEL et al., 2010). Os ácaros são dispersos pelo vento; portanto, pomares não tratados servem como fonte de inóculo para áreas vizinhas (RODRIGUES et al., 2003; ALVES et al., 2005). Estima-se que a citricultura brasileira dispenda cerca de 90 milhões de dólares por ano com acaricidas. Desse montante, 83% destinam-se ao controle do ácaro vetor (RODRIGUES, 2000).

Há três razões para que a leprose seja considerado um patossistema incomum. (i) Os sintomas podem ser incitados por dois tipos de CiLV, um nuclear,

outro citoplasmático. (ii) As lesões, quer sejam em frutos, folhas ou ramos, são sempre locais, pois o vírus não coloniza sistemicamente a planta. (iii) Três espécies de *Brevipalpus* já foram relatadas como transmissoras do CiLV, mas *B. phoenicis* é considerada a mais importante (BASTIANEL et al., 2010). Como o ácaro só adquire o vírus ao se alimentar em tecidos lesionados, suas infestações são diretamente responsáveis pelo aumento da intensidade da doença em uma planta ou pomar (RODRIGUES, 2002). Por esse motivo, os estudos sobre esse ácaro são frequentes: processo de aquisição e transmissão do vírus pelo ácaro (RODRIGUES, 1995); mecanismos de dispersão de *B. phoenicis* em pomares de citros (ALVES et al., 2005); padrão espacial de plantas infestadas ou sintomáticas (BASSANEZI e LARANJEIRA, 2007); cenários para a doença e seu vetor face a mudanças climáticas globais (GHINI et al., 2011).

O ciclo de vida de *B. phoenicis*, sua flutuação populacional e variáveis climáticas que o afetam já foram estudados por Andrade et al. (2010); Haramoto (1966); Czermainski (2006) e Oliveira (1986). Esses trabalhos apresentam alguns pontos em comum: (i) foram realizados em regiões com histórico de aplicação de acaricidas; (ii) focaram a contagem dos ácaros em órgãos da planta; (iii) não detalharam o processo de infestação do ponto de vista epidemiológico; (iv) a análise da influência de variáveis climáticas foi qualitativa e/ou parcial. Oliveira (1986), por exemplo, mostra que populações de *B. phoenicis* aumentam e diminuem de maneira cíclica em pomares cítricos de São Paulo. Os períodos de diminuição foram associados de maneira qualitativa ao início das chuvas. Na Colômbia, Solano et al. (2008) chegaram a resultados semelhantes quando estudaram a distribuição espacial do ácaro em laranja Valência.

Do ponto de vista da epidemiologia da leprose, tais estudos não são suficientes. Embora sejam fundamentais para entender-se a biologia do ácaro, não permitem maiores inferências quanto ao processo de infestação. Em investigação sobre o efeito de acaricidas na flutuação populacional de *B. phoenicis*, Andrade et al. (2010) mostram que a redução na intensidade da leprose não é diretamente proporcional à redução do número de ácaros.

Ao invés de se avaliar a flutuação populacional, optou-se neste trabalho pela caracterização dos níveis de infestação, variável mais estável que a contagem de ácaros para as ações de defesa fitossanitária. Considerou-se, especificamente, que

a influência de variáveis edafoclimáticas poderia ser assim melhor quantificada em pomares cítricos onde as populações do ácaro fossem endêmicas e não houvesse registro de leprose.

MATERIAL E MÉTODOS

Região e áreas do estudo. O Recôncavo Baiano (RB) é uma região citrícola tradicional do Nordeste do Brasil. Seu clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Am: tropical úmido monçônico, com chuvas inferiores a 60 mm no mês mais seco. O estudo foi realizado em nove pomares localizados em quatro municípios (Cruz das Almas, Maragogipe, Muritiba e Governador Mangabeira). Todas as áreas eram menores que cinco hectares, com plantas adultas de laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertada em limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck). Culturas intercalares como amendoim (*Arachis hypogaea*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) ou mandioca (*Manihot esculenta*) eram mantidas em todos os pomares. Em nenhum deles houve aplicação de defensivos; as plantas infestantes eram controladas por capina mecânica.

Avaliações. Em cada pomar, 21 plantas foram avaliadas a cada mês, por 35 meses (abril/2008 a fevereiro/2011). O pomar era percorrido em caminhamento tipo 'W' e as plantas, escolhidas aleatoriamente. Três frutos eram avaliados em cada planta, fazendo-se varredura total com auxílio de lupa de 10x de aumento. A presença ou ausência do ácaro era registrada sem quantificar o número de ácaros encontrados, conforme metodologia adotada pela Produção Integrada de Frutas - Citros (PIF) para o monitoramento de ácaros (MAPA, 2004). Os frutos amostrados situavam-se no interior da copa das árvores, em diferentes quadrantes da planta. Folhas, ramos, ou frutos de cada planta foram também inspecionados em busca de sintomas da leprose dos citros. Todas as avaliações foram feitas por pessoas experientes no reconhecimento de sintomas da doença e identificação do seu vetor.

Infestação. A dinâmica de infestação foi estudada a partir de curvas básicas de probabilidade de infestação, taxa de infestação e aceleração da taxa de infestação. Para cada área foi determinada a probabilidade de plantas ou frutos estarem infestados em cada avaliação ($p_i = \sum X_u / nN$). $\sum X_u$ é o somatório do

número de amostras infestadas pelo ácaro em cada unidade amostral u ; n é o número de amostras por unidade amostral e N é o número total de unidades amostrais em cada nível hierárquico. Assim, a probabilidade de infestação - chance de se encontrar planta ou fruto com *B. phoenicis* - corresponde à proporção média mensal de unidades amostrais infestadas pelo ácaro.

A partir dos dados de cada pomar foi montada uma curva média da probabilidade de infestação ao longo do tempo. Essa curva foi suavizada pelo procedimento de médias móveis com janela tipo Tukey de tamanho 3 (CHATFIELD, 2009) para minimizar variações não representativas (Figura 1A). A partir dessa curva foi calculada a taxa de infestação mensal (txi). Para cada mês a txi foi obtida por $[(p_{i_m} - p_{i_{m-1}})/(t_m - t_{m-1})]$, em que p_{i_m} é a probabilidade de infestação no mês (m), $p_{i_{m-1}}$ é a probabilidade de infestação no mês anterior e $(t_m - t_{m-1})$ é a diferença de tempo entre avaliações. Os dados de txi foram usados para visualização de suas variações temporais, ou seja, da velocidade de infestação ao longo do tempo (Figura 1B).

A aceleração da taxa de infestação (acc) representa a variação da txi , ou seja, o quanto a velocidade de infestação aumentou ou diminuiu num dado tempo. Foi calculada por método similar ao cálculo da txi : $acc = [(txi_m - txi_{m-1})/(t_m - t_{m-1})]$, estabelecendo-se depois a curva de acc (Figura 2C).

Componentes Climáticos. Os dados climáticos foram obtidos da estação agrometeorológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas/BA, altitude de 226 m, 12°40'39" Sul 39°06'23" Oeste. Utilizaram-se protocolos internacionais sugeridos pela Organização Meteorológica Mundial - OMM, com medidas efetuadas diariamente em horas-padrão (12:00, 18:00 e 00:00 horas TMG). A partir desses dados, calcularam-se médias mensais para as variáveis temperatura média (°C), variação térmica (°C), fotoperíodo (h), insolação média (h), dias de chuva, precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), fração de água disponível no solo, evapotranspiração real (mm) e balanço hídrico (mm). A partir dessas, foram calculadas variáveis representando as variações mensais médias de temperatura, dias de chuva, precipitação, umidade relativa, insolação, fração de água disponível no solo, evapotranspiração real e fotoperíodo.

A evapotranspiração corresponde à perda de água por evaporação do solo e pela transpiração da planta, sendo um elemento climatológico oposto ao processo da chuva (THORNTHWAITE, 1946; CAMARGO e CAMARGO, 1983). A relação

entre chuva e evapotranspiração resulta no balanço hídrico climatológico. Em termos agronômicos, essa relação indica o excesso e o déficit de umidade ao longo do ano ou do ciclo fenológico das culturas (PEREIRA et al., 1997).

Seleção de variáveis. Como as variáveis climáticas eram muitas e correlacionadas, utilizaram-se dois métodos para avaliar a sua relação com as variáveis de infestação. Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade. A análise de correlação de Spearman ($P < 0,01$) mediu o grau de associação ou a relação linear mútua entre duas variáveis (SNEDECOR e COCHRAN, 1980). Admitindo a possibilidade de relações mais complexas entre as variáveis, procedeu-se também a análise de componentes principais (LEGENDRE e LEGENDRE, 2003). A seleção dos fatores - componentes principais - foi feita de modo que cada fator respondesse por pelo menos 15% da variância total dos dados. Além disso, a soma da variância explicada pelos fatores deveria corresponder a um mínimo de 90% da variância total.

Determinação de valores-limite. A partir da seleção das variáveis, procedeu-se análise das curvas Quantis-Quantis. Nesse gráfico é plotada a posição dos quantis da variável dependente em função dos quantis da variável independente. Dessa maneira é possível verificar como a distribuição da variável se comportou. Esses gráficos foram usados para verificar a existência de relações não-lineares entre as variáveis selecionadas e a pi e txi . Além disso, serviu como guia para seleção de valores-limite das variáveis climáticas. Considerou-se como valor-limite aquele correspondente à mediana (50º percentil) de pi ou txi . Objetivou-se determinar se tais valores seriam capazes de separar os valores altos e baixos das curvas de pi e txi .

Categorização das variáveis e comparação de grupos. A partir dos resultados da análise de quantis-quantis, cada variável foi categorizada em dois grupos, acima ou abaixo do valor-limite. Para cada grupo foram designados os valores de pi ou txi que tenham ocorrido sob as condições de cada um deles. Por exemplo, valores de pi ocorridos quando a temperatura era inferior a 24,5°C e valores de pi ocorridos quando a temperatura era superior àquele limite. Para cada variável, as pi ou txi de cada grupo foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$) (CONOVER, 1980).

Variações da taxa de infestação. Além de determinar as condições de ocorrência das menores ou maiores taxas de infestação, examinaram-se as condições que determinavam a passagem da **txi** de negativa para positiva e vice-versa. Considerou-se que essas passagens ocorriam quando a aceleração da taxa de infestação (**acc**) passava de positiva a negativa ou vice-versa (Figura 1). Assim, a curva de **acc** foi categorizada em quatro grupos: **acc+-**; **acc++**; **acc--** e **acc-+**. Esses grupos corresponderam respectivamente às fases em que a **acc** era positiva e a **txi**, negativa; **acc** positiva e **txi** positiva; **acc** negativa e **txi** negativa; **acc** negativa e **txi** positiva. Para avaliar as condições de aceleração da **ti**, foram comparados os grupos **acc--** e **acc+-**. Para verificar a desaceleração, compararam-se **acc++** e **acc-+**.

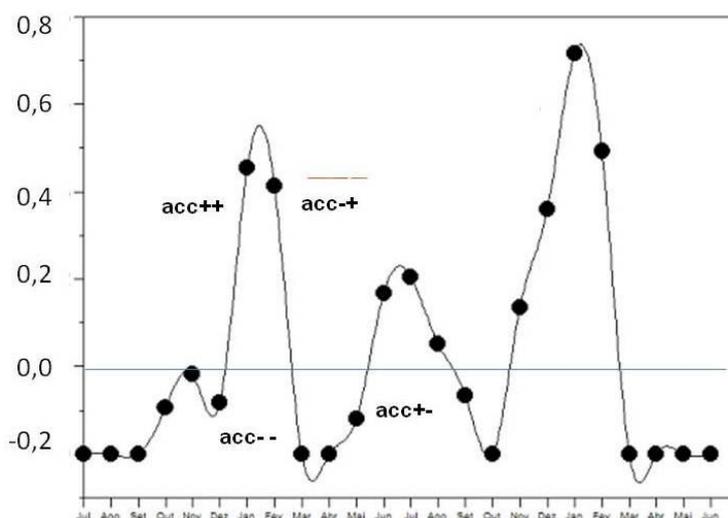


Figura 1. Caracterização da curva de aceleração (**acc**) e taxa de infestação (**txi**): fase em que a aceleração e taxa foram negativas (**acc--**); quando a aceleração e taxa foram positivas (**acc++**); quando a aceleração foi negativa e a taxa, positiva (**acc-+**) e quando a aceleração foi positiva e a taxa, negativa (**acc+-**).

Procedeu-se uma análise de discriminante, utilizada para determinar quais variáveis separam melhor agrupamentos previamente definidos (HAIR et al., 1998; LEGENDRE e LEGENDRE, 2003). Neste estudo, a análise foi feita no sentido de indicar quais variáveis climáticas interferiam na aceleração ou desaceleração da taxa de infestação do ácaro *B. phoenicis* em plantas cítricas. Utilizou-se o procedimento *backward stepwise* com valores de F de seis e dois para entrada e saída de variáveis no modelo, respectivamente. A significância do modelo foi testada pelo teste F ($P < 0,05$), e a contribuição relativa das variáveis foi analisada pela

estatística *lambda* parcial de Wilk ($P < 0,05$). Esses procedimentos foram executados no programa STATISTICA 7.0. As variáveis consideradas significativas, ou seja, que mais contribuíram para a separação dos grupos, foram adicionalmente testadas. A média daquelas variáveis para cada grupo **acc** foi comparada por meio do teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Em todas as análises, os resultados obtidos para frutos e plantas foram muito similares. Por essa razão, serão apresentados e discutidos apenas os referentes à infestação em plantas.

A probabilidade de infestação (**pi**) apresentou comportamento cíclico (Figura 2A). A decomposição dessa curva por meio de análise de densidade espectral demonstrou a existência de dois ciclos importantes. O primeiro, de período aproximadamente anual, e um outro menos intenso, de período entre 2 e 3 meses (dados não apresentados). As maiores **pi** tenderam a ocorrer em meses de primavera e verão, enquanto que as menores, no outono e inverno. A curva suavizada de **pi** apresentou correlação de 96% com os dados originais. As curvas de taxa de infestação (**txi**) e de aceleração de taxa (**acc**) apresentaram variação entre valores positivos e negativos (Figura 2B e C). No entanto, não foi possível identificar ciclos específicos por análise de densidade espectral (dados não apresentados).

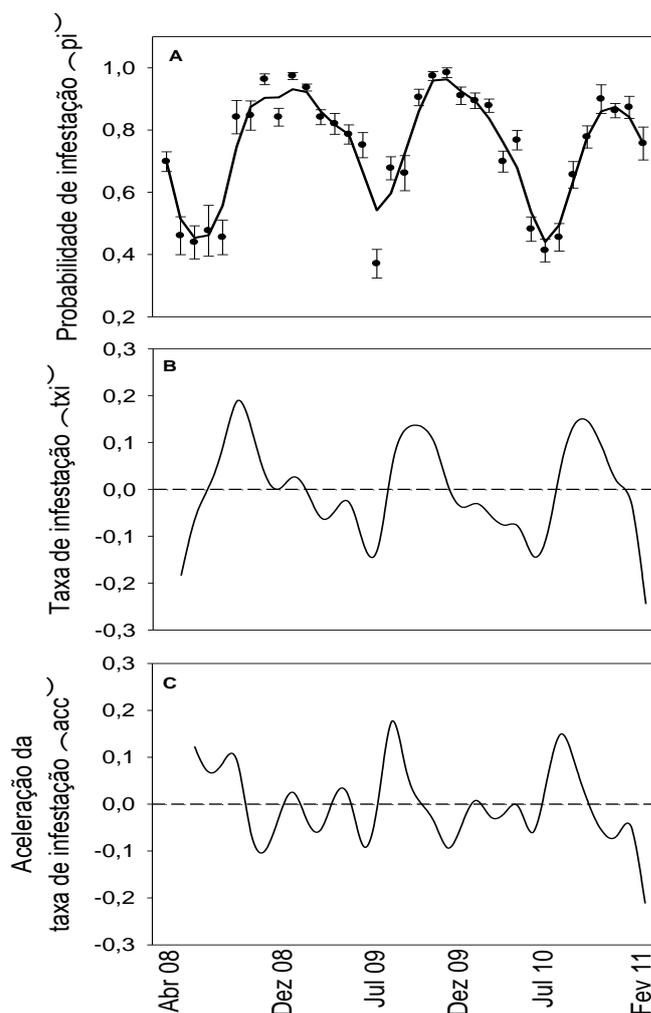


Figura 2. Dinâmica de infestação de *Brevipalpus phonicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. Probabilidade de infestação, π_i (A); taxa de infestação, t_i (B) e aceleração da taxa de infestação, acc (C). Em (A), os pontos representam as médias originais e as barras, o erro padrão (9 pomares, 21 plantas por pomar). A linha representa a curva suavizada de π_i .

A probabilidade de infestação de *B. phoenicis* em plantas (Tabela 01), correlacionou-se positivamente com temperatura ($^{\circ}\text{C}$), variação da temperatura, e fotoperíodo (h). Houve correlação negativa significativa com dias de chuva, precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e fração de água disponível no solo. A taxa de infestação apresentou correlação linear significativa apenas com as variações mensais de temperatura, fotoperíodo e fração de água disponível. Com essa última variável a correlação foi negativa.

Tabela 01. Correlação de *Spearman* entre variáveis de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas de citros do Recôncavo Baiano (probabilidade, **pi** e taxa de infestação, **txi**) e variáveis edafoclimáticas. Valores marcados com (*) são significativos a $P < 0,01$.

Variável edafoclimática	Variável de infestação	
	Probabilidade de infestação (pi)	Taxa de infestação (txi)
Temperatura Média °C	0,787*	- 0,126
Variação térmica (Max-Dias de Chuva	0,704*	0,325
Precipitação (mm)	- 0,732*	- 0,288
UR (%)	- 0,613*	- 0,342
Insolação média (horas)	- 0,802*	- 0,351
Fração da água	0,343	0,318
Evapotranspiração Real	- 0,771*	- 0,033
Fotoperíodo (h)	- 0,408	- 0,194
**Diff Temperatura Media	0,816*	0,375
Diff Dias de chuva	0,495*	0,721*
Diff Precipitação	- 0,026	- 0,330
Diff UR (%)	- 0,086	- 0,295
Diff Insolação Média	- 0,132	- 0,399
Diff Fração de água	0,025	0,165
Diff ETR	- 0,181	- 0,468*
Diff Fotoperíodo	0,077	0,039
	0,090	0,825*

* Valores significativos ($p < 0,01$)

** Diff indica variável que representa a variação dos dados originais entre os meses

Dois componentes principais responderam por mais de 92% da variância observada para a probabilidade de infestação (**pi**) (Figura 3A). Quatro variáveis apresentaram alta correlação com os fatores: fotoperíodo (0,92), temperatura média (0,84), evapotranspiração real ETR (-0,75) e umidade relativa do ar UR (-0,95). Para a taxa de infestação (**txi**), também foram identificados dois componentes principais (Figura 3B). Juntos, eles explicaram mais de 94% da variância observada, abarcando três variáveis: insolação média, umidade relativa do ar e dias de chuva. Considerando apenas o fator 1, que respondeu por quase 72% da variância, a insolação média foi positivamente correlacionada (0,69). As demais variáveis apresentaram alta correlação negativa: -0,94 e -0,90, respectivamente.

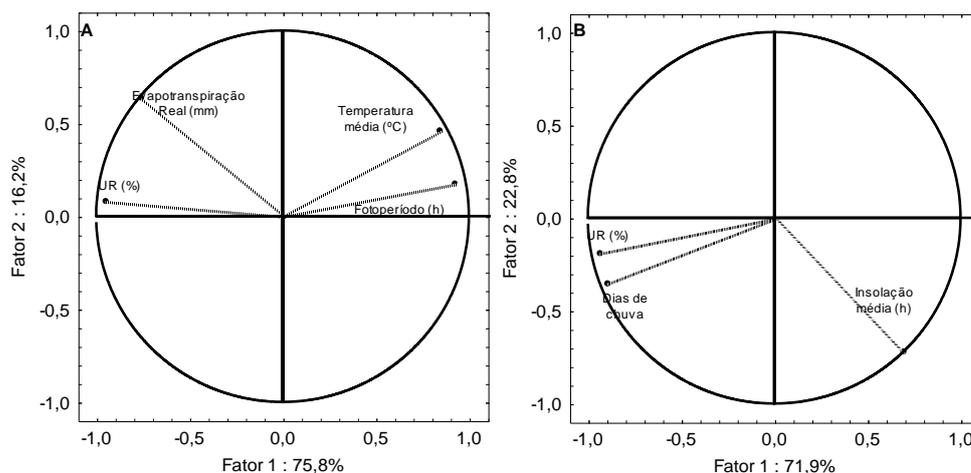


Figura 3. Círculos de correlação da análise de componentes principais para a infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. Fatores e variáveis para a probabilidade de infestação (A) e taxa de infestação (B).

Por meio da análise do gráfico Quantil-Quantil, selecionaram-se valores-limite (**vlim**) para as variáveis que mais influenciaram a **pi**. Os **vlim** foram de 24,5°C; 12h; 83% e 71 mm, respectivamente para temperatura, fotorperíodo, UR e ETR (Figura 4A, C, E, G). Verificou-se para todos os casos que os **vlim** foram eficientes para agrupar os valores de **pi**. Para todas as variáveis, a diferença entre agrupamentos foi significativa, com probabilidade de erro variando entre 0,001% e 1% (Figura 4B, D, F, H). As **pi** mais altas foram associadas a períodos com temperaturas mais altas (> 24,5°C), dias longos (> 12 h), URs mais baixas (< 83%) e baixas ETR (<71 mm).

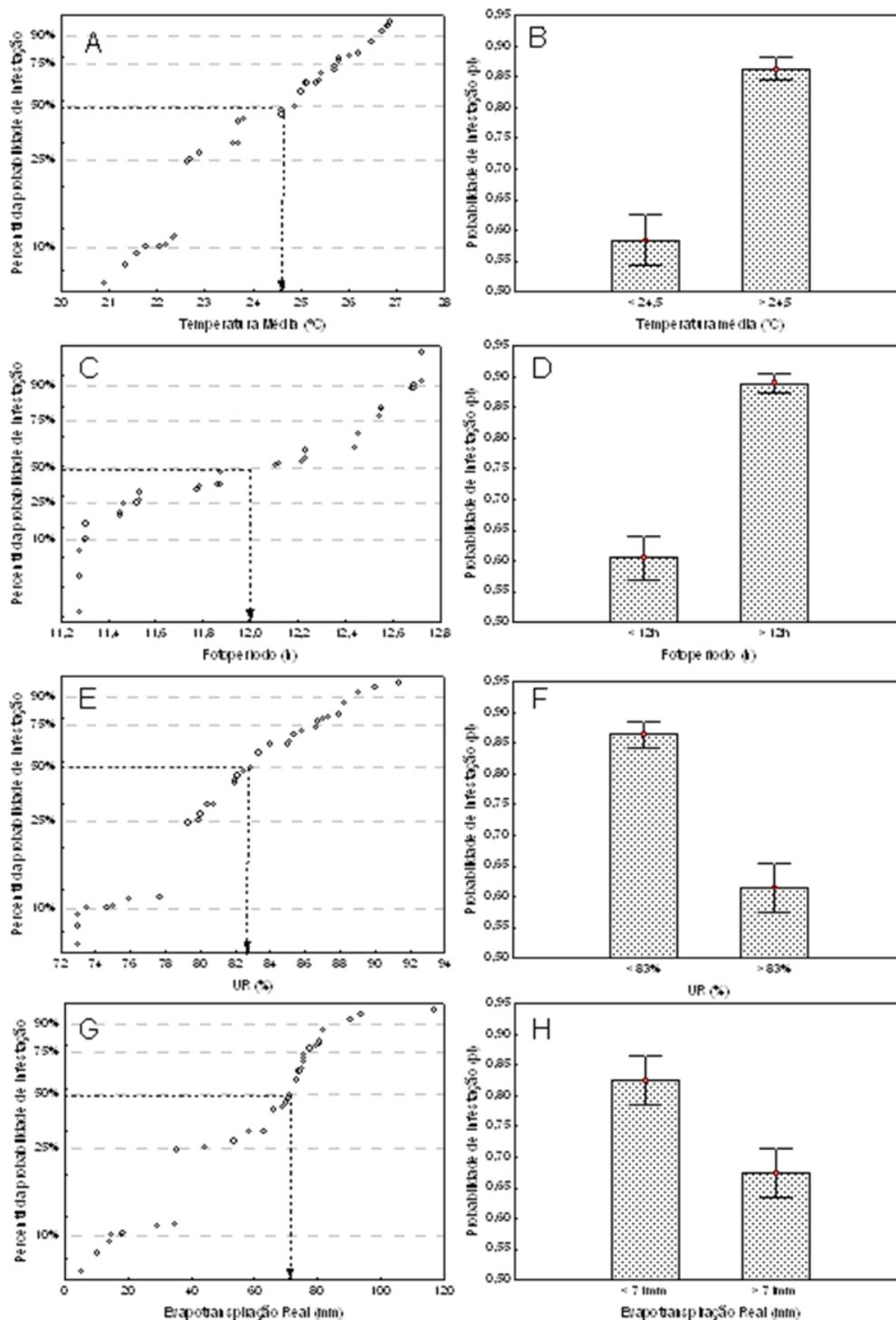


Figura 4. Relação entre variáveis climáticas (temperatura média; fotoperíodo, umidade relativa do ar, UR; e evapotranspiração real) e probabilidade de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. As linhas pontilhadas e setas nos gráficos quantil-quantil mostram a seleção dos valores-limite das variáveis climáticas (A, C, E, G). Comparação de grupos classificados de acordo com o valor-limite pelo teste de Mann-Whitney (B, D, F, H). As colunas indicam as médias de cada grupo e as barras representam seu erro padrão (n=17).

Usando o mesmo processo para a **txi**, os **vlim** foram de 6h; 83% e 14 dias, respectivamente para insolação média diária, UR e dias de chuva no mês (Figura 5A, C, E). Os **vlim** das três variáveis agruparam de maneira eficiente os valores de **txi**. A diferença entre agrupamentos foi significativa, com probabilidade de erro variando entre 0,7% e 3,2% (Figura 5B, D, F). O agrupamento não apenas separou taxas altas das baixas, mas diferenciou **txi** positivas das **txi** negativas. As **txi** positivas associaram-se a insolações mais altas (>6 h), UR mais baixa (< 83%) e meses com menos dias de chuva (< 14d).

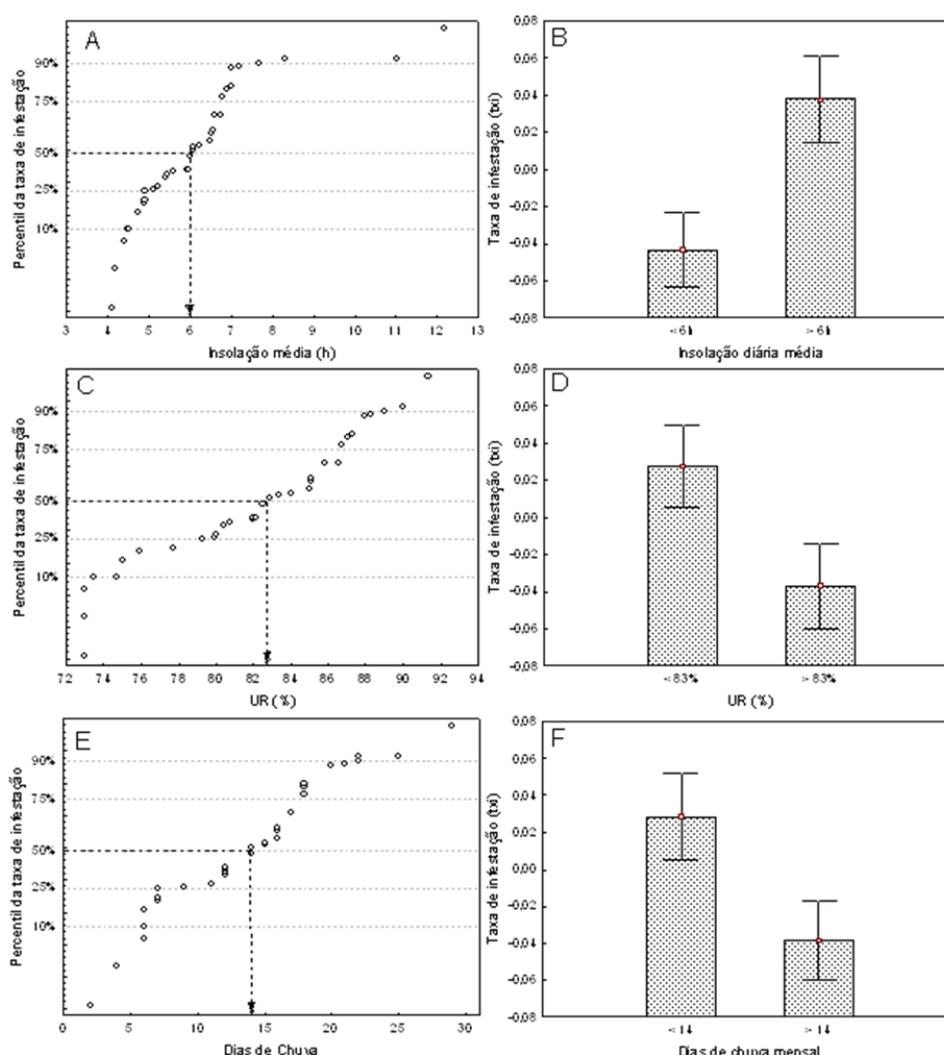


Figura 5. Relação entre variáveis climáticas (insolação média; umidade relativa do ar, UR; e dias de chuva) e taxa de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. As linhas pontilhadas e setas nos gráficos quantil-quantil mostram a seleção dos valores-limite das variáveis climáticas (A, C, E). Comparação de grupos classificados de acordo com o valor-limite pelo teste de

Mann-Whitney (B, D, F). As colunas indicam as médias de cada grupo e as barras representam seu erro padrão (n=16).

Para a taxa de infestação, além das variáveis apontadas pelos componentes principais, testaram-se também as indicadas pela correlação de Spearman. Nesse caso, as **txi** foram agrupadas conforme períodos de aumento ou diminuição dos valores de fotoperíodo, temperatura média e fração de água disponível. Em todos os casos esse agrupamento permitiu a classificação das **txi** em positivas ou negativas, com probabilidade de erro variando entre 0,007% e 2,1% (Figura 5). Taxas de infestação positivas corresponderam a períodos com aumento do fotoperíodo e da temperatura, mas redução na fração de água disponível no solo.

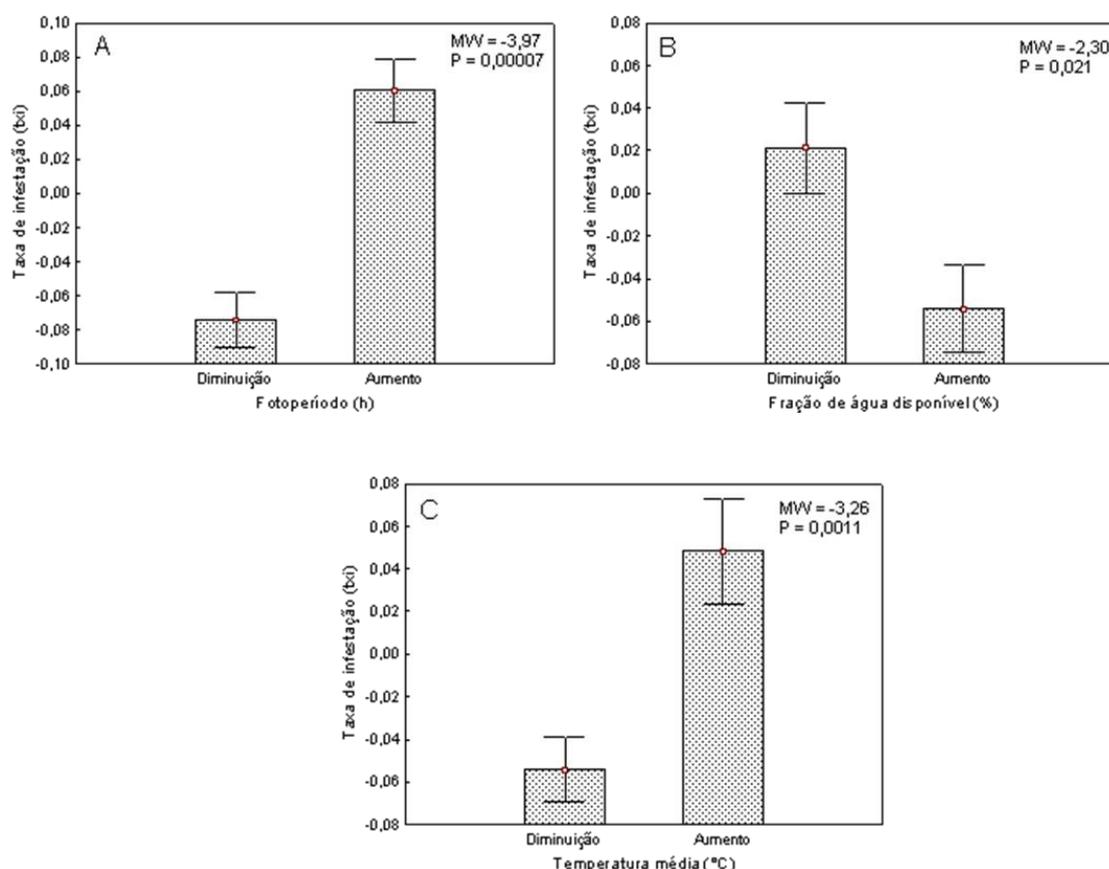


Figura 6. Relação entre fotoperíodo (A), fração de água disponível (B) e temperatura média (C), classificadas de acordo com períodos de aumento ou diminuição de valores, e taxa de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. Comparação pelo teste de Mann-Whitney. As colunas indicam as médias de cada grupo e as barras representam seu erro padrão.

Os fatores que distinguem os grupos de aceleração e desaceleração da **txi** foram determinados pela análise discriminante. Para a aceleração da taxa foi encontrado um modelo com duas variáveis significativas, insolação média e UR. Ambas apresentaram lambda de Wilk = 0,66 e $P = 0,02$. No entanto, quando os grupos foram testados pelo teste de Mann-Whitney, apenas a insolação média foi diferente para os períodos de aceleração negativa ou positiva (Figura 7). As menores insolações foram associadas a período de aceleração da taxa de infestação de *B. phoenicis*.

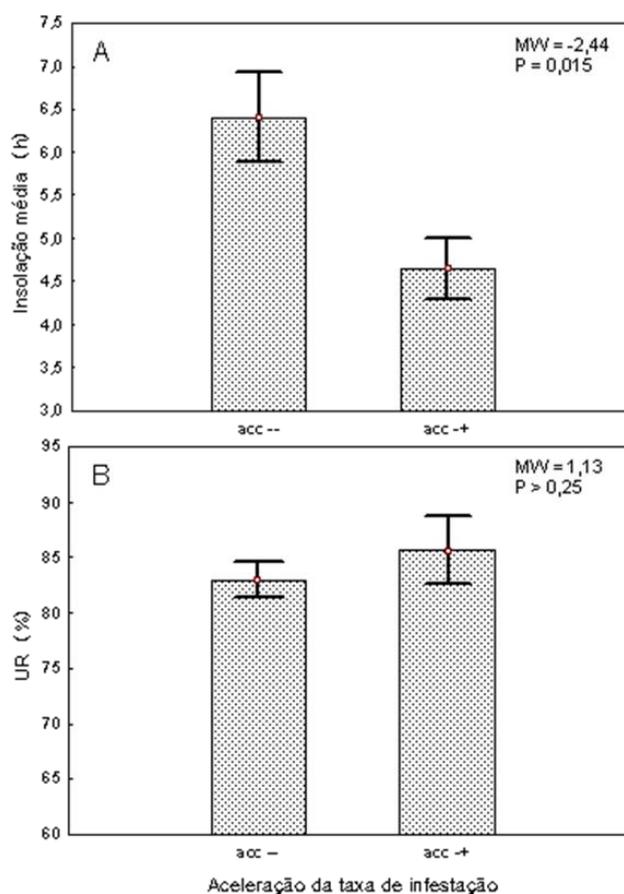


Figura 7. Relação entre insolação média diária (A) e umidade relativa do ar (B) com a aceleração da taxa de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. Comparação pelo teste de Mann-Whitney. As colunas indicam as médias de cada grupo e as barras representam seu erro padrão.

Encontraram-se três variáveis capazes de discriminar períodos de desaceleração da **txi**: fotoperíodo (lambda de Wilk = 0,47; $P = 0,0008$); ETR (lambda de Wilk = 0,28; $P = 0,015$) e fração de água disponível (lambda de Wilk = 0,23; $P = 0,047$). Esses fatores foram diferentes para os períodos de desaceleração da **txi**,

pelo teste de Mann-Whitney (Figura 8), com probabilidades de erro entre 0,7% e 2,3%. A desaceleração da taxa de infestação foi associada a períodos de fotoperíodo médio maior que 12,4h, ETR média entre 30 mm e 40 mm e fração de água disponível menores que 0,2.

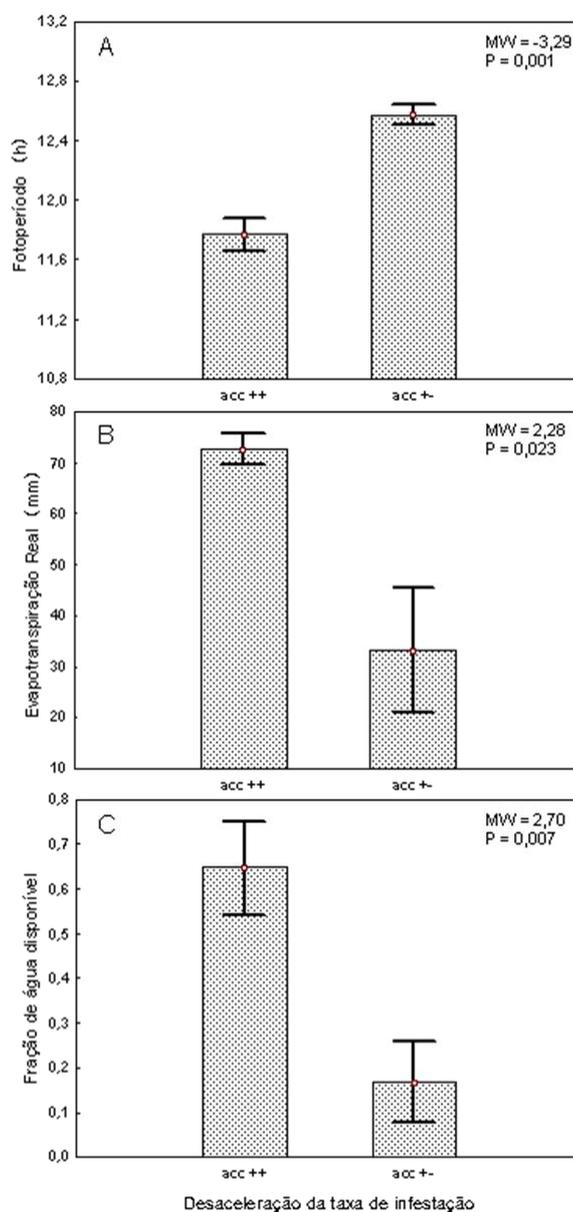


Figura 8. Relação entre fotoperíodo (A), evapotranspiração real (B) e fração de água disponível (C) com a desaceleração da taxa de infestação de *Brevipalpus phoenicis* em plantas cítricas do Recôncavo Baiano. Comparação pelo teste de Mann-Whitney. As colunas indicam as médias de cada grupo e as barras, seu erro padrão.

DISCUSSÃO

A relação entre variáveis climáticas e a bioecologia de *Brevipalpus phoenicis* tem sido objeto de estudo há muitos anos. Diversos trabalhos avaliaram distintos aspectos dessa relação, mas sempre com foco nas populações do ácaro. Essa abordagem é útil no que diz respeito à sua biologia em si. Apesar disso, tem como princípio que o ácaro é uma praga e, portanto, os métodos utilizados refletem essa idéia. Neste trabalho adotamos um princípio diferente. Como se trata de vetor de virose não-sistêmica, o fundamental seria entender o processo de infestação das plantas, não o processo de crescimento populacional do ácaro. Para tanto, optou-se por quantificar a frequência de infestação de frutos e plantas, calculando-se então as taxas de infestação (**txi**) e as acelerações ou desacelerações dessa taxa (**acc**). Além disso, até onde se pôde investigar, este é o estudo sobre *B. phoenicis* com maior duração e com maior número de pomares. Como não foi possível encontrar trabalhos com abordagem semelhante, os resultados devem ser discutidos em paralelo com o que se conhece sobre o crescimento populacional de *B. phoenicis* em plantas cítricas.

De maneira geral temperaturas mais altas e UR mais baixas são consideradas favoráveis ao ácaro (OLIVEIRA, 1986; SOUZA, 2002; HARAMOTO, 1966; SOLANO et al., 2008). Apesar disso, não foram encontrados relatos com claro estabelecimento de valores-limite (**vlim**) para separação de altas e baixas probabilidades de infestação (**pi**) como os aqui definidos. Além disso, as variáveis fotoperíodo e ETR nunca haviam sido estudadas antes como fatores relacionados a infestações de *B. phoenicis*. Como condições gerais, uma dada planta apresentaria maior probabilidade de estar infestada em épocas que combinassem dias mais longos, altas temperaturas, menores UR e baixa ETR, refletindo menor disponibilidade de água no solo para as plantas.

O processo de infestação pode ser visto como o resultado de sub-processos que afetam uma população: nascimentos, mortes, imigração, emigração, movimentação. A proporção de órgãos infestados, ou a probabilidade de infestação (**pi**) é o dado que representa a somatória desses sub-processos. Assim, os fatores associados à **pi** não podem ser apontados como influência direta no processo de

infestação, mas como classificadores de risco final. Esses classificadores podem ser usados para elaboração de mapas de risco mais detalhados do que os atualmente disponíveis (GHINI et al., 2011). Nesse sentido, os **vlim** encontrados para temperatura, fotoperíodo, UR e ETR são de utilidade especial. Tais mapas poderão ser usados como guias para ações da defesa fitossanitária. Mais ainda, devem servir de base para estudos de favorabilidade ao ácaro em cenários de mudanças climáticas.

Ao contrário da **pi**, a taxa de infestação (**txi**) não é resultado do que aconteceu antes, mas uma medida da velocidade de infestação em um dado momento. Por esse motivo, as variáveis relacionadas à **txi** podem ser consideradas como fatores com influência direta no processo de infestação. Para dias de chuva, UR e insolação média foi possível a determinação de **vlim** que classificassem a **txi** em positiva ou negativa. Além disso, **txi** positivas (aumento da infestação) estão diretamente ligadas a períodos de aumento do fotoperíodo e da temperatura, e de diminuição da fração de água disponível.

O efeito da chuva já havia sido apontado como possível explicação para a redução de populações de *B. phoenicis* (HARAMOTO, 1966; OLIVEIRA, 1986). Em estudo de curta duração em um pomar da Colômbia, Solano et al. (2008) encontraram alta correlação entre precipitação total e diminuição no número de ácaros nas plantas de laranja. Aqui, determinou-se que o número de dias com evento de chuva é variável crucial para decréscimos na infestação. É provável que seu efeito seja o hipotetizado por Haramoto (1966): impedir a movimentação dos ácaros na planta e arrastá-los para fora da superfície vegetal. Apesar disso, a precipitação total não influenciou a infestação, ao contrário do relatado por Solano et al. (2008). Essa variável deve afetar o número de ácaros, mas eventos sucessivos de chuva é que responderiam pela diminuição na proporção de plantas ou frutos infestados.

Umidades relativas do ar acima de 83% foram relacionadas com **txi** negativas, deletérias à infestação. A UR poderia atuar diretamente sobre o ácaro, pois ele realiza suas trocas gasosas por difusão, via estigmas distribuídos ao longo do corpo (MORAES E FLECHTMANN, 2008). Como a difusão se dá do local de maior para menor concentração, maior UR seria prejudicial aos ácaros. Entretanto, Haramoto (1966) verificou que em frutos de mamão, sob URs entre 65% e 90%, o

desenvolvimento do ácaro foi similar. Assim, deve-se admitir um efeito indireto, por favorecimento ao crescimento populacional de fungos patogênicos ao acarino. Rossi-Zalaf e Alves (2006) mostram que pelo menos seis gêneros de fungos são capazes de infectar *B. phoenicis*. Alguns desses patógenos causam mortalidade superior a 90%.

Foi possível demonstrar que diminuições na fração de água disponível para as plantas cítricas levam a **txi** positivas. Esse fator parece ter um efeito duplo sobre o ácaro. Souza (2002) mostra que a longevidade do ácaro foi menor em mudas cítricas previamente submetidas a estresse hídrico. Por outro lado, populações de *B. phoenicis* tiveram maior crescimento em plantas jovens com menor disponibilidade de água (FALCONI, 2007; ANDRADE et al, 2008). Neste trabalho pôde-se mostrar que tal efeito é mantido em plantas adultas em condições de campo, mesmo quando as infestações são avaliadas em frutos. Esse fato pode levar ao uso da irrigação como estratégia para o manejo integrado de *B. phoenicis*. A manutenção de fração adequada de água disponível para as plantas poderia permitir uma redução nas aplicações de acaricidas. Apesar do interesse prático desse fenômeno, a explicação continua em aberto.

Além da interferência direta de fatores abióticos sobre a população acarina, não se pode negligenciar a influência que estes exercem sobre o hospedeiro, haja vista sua fenologia influenciar no estabelecimento e crescimento de sucessivas gerações do ácaro (OLIVEIRA, 1995). É possível que essa interação (ambiente x hospedeiro) tenha levado a uma correlação negativa entre a fração de água disponível no solo e a taxa de infestação de plantas por *B. phoenicis*. Uma hipótese a ser testada no futuro seria a de que plantas sob estresse concentrariam nutrientes chave ao desenvolvimento do ácaro. Souza et al., (2002), por outro lado, sugeriram que a população acarina aumentaria mais rapidamente em plantas submetidas à estresse hídrico por causa do aumento de temperatura verificado nas folhas dos cítricos.

A constatação de que períodos de aumento de temperatura estão associados a **txi** positivas já era esperada. Trindade e Chiavegato (1994) mostram que um aumento de 23 para 27°C é benéfico ao ácaro, pois diminui seu ciclo biológico em seis dias.

Danthanarayana e Ranaweera (1972) encontraram resultados preliminares sobre efeito de sombra sobre populações de *B. californicus* em plantas de chá (*Camellia sinensis*). Aqui, foi demonstrado que a quantidade de horas diárias de insolação e aumentos no fotoperíodo influenciam positiva e diretamente a **txi**. É a primeira vez que se demonstra o efeito de variáveis ligadas à luz na infestação de *B. phoenicis*. Apesar disso, o efeito da luz sobre ácaros não é incomum. Pap et al. (2010) observaram relação negativa entre fotoperíodo e abundância de *Proctophyllodes truncatus* (Acari: Analgesidae) em asas de pardais. Domick e Davids (1985) observaram resposta foto-comportamental de ácaros do gênero *Unionicola* (Acari: Unionicolidae) associados a mexilhões de água doce.

Segundo Moraes e Flechtmann (2008), o fator luz seria mais importante em regiões de clima temperado, pois este seria um dos fatores que desencadeariam a diapausa do acarino. Duas hipóteses poderiam ser estudadas no futuro. A primeira seria a de fotossensibilidade de *B. phoenicis*. Essa hipótese explicaria a tendência desses ácaros em abrigarem-se em frutos com lesões de verrugose (CHIAVEGATO e KHARFAN, 1993). Ao procurarem abrigo em frutos nos períodos de dias mais longos ou de menor nebulosidade (maior insolação), a probabilidade de serem encontrados nas avaliações seria maior. A segunda hipótese estaria relacionada ao comportamento de predadores. *Neoseiulus californicus* é um ácaro fitoseídeo, predador de *B. phoenicis*. Silva e Sato (2011) mostram que o ácaro da leprose tende a se concentrar em locais não expostos a *N. californicus*. Por outro lado, Auger et al. (1999) relatam que altas intensidades luminosas aumentam a dispersão de *N. californicus* em plantas de alfafa. Ou seja, variações na luminosidade afetariam populações de predadores, que levariam a alterações no padrão espacial intraplantas de *B. phoenicis*.

O momento em que a taxa de infestação acelera ou desacelera esteve associado à luminosidade e à disponibilidade de água no solo. No entanto, os resultados para esses fatores são contraditórios. Maiores taxas foram ligadas a maior luminosidade, mas a aceleração da taxa foi associada a períodos de menor insolação. Da mesma forma, a desaceleração da **txi** começou a ocorrer em meses de maior fotoperíodo. Também contrastando com os resultados da **txi**, constatou-se que a desaceleração da taxa associou-se a menores frações de água disponível e a menores ETR. Com o conhecimento atual sobre as relações *Citrus* - *B. phoenicis*

ainda não é possível desenvolver uma teoria que explique todas essas observações. No entanto, deve-se considerar que o processo de infestação é muito complexo. Uma mesma variável pode ter efeito distinto sobre o ciclo de vida ou sobre a movimentação do ácaro. Assim, novas investigações são necessárias para explicar completamente a questão. Além disso, outros fenômenos podem estar envolvidos no processo. Kennedy (1995), por exemplo, mostrou que a variação de fase pode ter grande efeito na dispersão de *B. phoenicis*. Nesse trabalho, foi demonstrado que o agrupamento de indivíduos encurta o tempo de vida e a capacidade de oviposição do ácaro. O autor postula que durante as fases iniciais do processo de infestação, na qual a densidade populacional é menor, os ácaros teriam vida mais longa e produziriam mais ovos, ocorrendo o contrário quando sua população fosse mais densa.

Apesar do verificado acerca da influência abiótica sobre o ciclo de vida e flutuação populacional do ácaro *B. phoenicis*, até então não se tinha descrito quais os limiares de cada um dos fatores climáticos, nem sua relação com a probabilidade de infestação de plantas, com as taxas de infestação, ou com a aceleração/desaceleração dessas taxas. Esse conhecimento poderá subsidiar bancos de dados capazes de alimentar estações de aviso fitossanitário. Essa nova abordagem certamente suscitará novas investigações científicas. São de interesse avaliações sobre a fenologia e variabilidade hospedeira, monitoramento de populações de *B. phoenicis* em espécies infestantes, detecção e nível de ação de inimigos naturais desse ácaro.

CONCLUSÃO

- A combinação de dias mais longos, altas temperaturas, menores índices de umidade relativa e baixa evapotranspiração elevou o risco de infestação de plantas por *B. phoenicis*, enquanto que sucessivos eventos de chuva diminuiram este risco;
- As taxas de infestação foram influenciadas negativamente por umidade relativa superior a 83% e, positivamente pela diminuição da fração de água disponível no solo, pela insolação e fotoperíodo.

REFERÊNCIAS CITADAS

ALVES, E. B.; CASARIN, N. F. B.; OMOTO, C. Mecanismos de Dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari:Tenuipalpidae) em Pomares de Citros. **Neotropical Entomology**. Londrina/PR, v.34, p.89-96, 2005.

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 cítrica. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v.29, n.1-2, p. 1-15, 2008.

ANDRADE, D. J.; OLIVEIRA, C. A. L.; PATTARO, F. C.; SIQUEIRA, D. S. Acaricidas utilizados na citricultura convencional e orgânica: manejo da leprose e populações de ácaros fitoseídeos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v.32, p.1055-1063, 2010.

AUGER, P.; TIXIER, M. S.; KREITER, S.; FAUVEL, G. Factors affecting ambulatory dispersal in the predaceous mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.23, n.3, p.235-250. 1999.

BASSANEZI, R. B.; LARANJEIRA, F. F. Spatial patterns of leprosis and its mite vector in commercial citrus groves in Brazil. **Plant Pathology**, England, v.56, p.97-106, 2007.

BASTIANEL, M.; FREITAS-ASTUA, J.; KITAJIMA, E. W.; MACHADO, M. A. The citrus leprosis pathosystem, **Summa Phytopathologica**, Botucatu/SP, v.32, p.211–220, 2006.

BASTIANEL, M.; CRISTOFANI-YALY, M.; OLIVEIRA, A. C.; FREITAS-ASTUA, J.; GARCIA, A. A. F.; RESENDE, M. D. V.; RODRIGUES, V.; MACHADO, M. A. Quantitative trait loci analysis of citrus leprosis resistance in an interspecific backcross family of (*Citrus reticulata* Blanco X *C. sinensis* L. Osbeck) X *C. sinensis* L. Osb.) **Euphytica**, v.169, p.101–111, 2009.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K.; BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus Leprosis. Centennial of an Unusual Mite-Virus Pathosystem. **Plant Disease**, California/USA, v.94, p.284–292, 2010.

CAMARGO, A. P. e CAMARGO, M. B. P. Teste de uma equação simples da evapo(transpi)ração potencial baseada na radiação solar extraterrestre e na temperatura média do ar. **Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Campinas/SP, v.3, p.229-244, 1983.

CHAGAS, C. M., KITAJIMA, E. W. e RODRIGUES, J. C. V. Coffee ringspot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in coffee. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v. 30, p. 203-213, 2003.

CHATFIELD, C. **The analysis of time series: an introduction**. 6. ed. New York: Chapman e Hall/CRC, 2004, 326p.

CHIAVEGATO, L. G.; KHARFAN, P. R. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (G.)(Acari:Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v.22, n.2, p.355-359, 1993.

CHILDERS, C. C.; DERRICK, K. S. *Brevipalpus* mites of unassigned rhabdovirus in various crops. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p. 1-3, 2003a.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V. E e WELBOURN, C. W. Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, e *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of one or more viral diseases vectored by these mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland p. 30: 29–105, 2003b.

CHILDERS, C. C.; RODRIGUES, J. C. V. Notes on Acari species on ornamental plants from Central America imported for propagation in Florida and potential risks of exotic pest introductions. **Florida Entomologist**, Florida/USA, v. 88, p. 408-414, 2005.

COLARICCIO, A.; LAVISSOLO O.; CHAGAS, C. M.; GALLETI, S. R.; ROSSETTI, V.; KITAJIMA, E. W. Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis virus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília/DF, v. 20, p. 208-213, 1995.

CONOVER, W. J.; **Practical Nonparametric Statistics**. John Wiley and Sons, Inc., 493p., 1980.

CZERMAINSKI, A. B. C. Dinâmica espaço-temporal de populações do patossistema leprose dos citros em condições naturais de epidemia. **Tese** (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 'ESALQ'/USP, Piracicaba/SP, 2006, 90p.

DANTHANARAYANA, W.; RANAWEERA, D. J. W. The effects of rainfall and shade on the occurrence of three mite pests of tea in Ceylon. **Annals of Applied Biology**, v. 70, n.1, p. 1-12, 1972.

DIMOCK Jr., R. V. e DAVIDS, C. Spectral sensitivity and photo-behaviour of the water mite genus *Unionicola*. **Journal of Experimental Biology**, Great Britain, v.119, p. 349-363, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais das Tecnologias Geradas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa/publicacoes/documentos/documento-149.pdf>> Acesso em: 01 fev. 2009.

FALCONI, R. S. **Inter-relação: citros, porta-enxerto, doença e ácaro da leprose em plantas submetidas a estresse hídrico e nutricional**. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola), UNESP/Jaboticabal/SP.

FAWCETT, H. S. Report of assistant plant pathologist. **Annals...** Rpt., xliii–xliv. Report for the fiscal year ending 30 June 1907. Florida Agricultural Experiment Station, St. Augustine, Florida/USA, 1907.

FRANCISCON, L.; RIBEIRO JUNIOR, P. J.; KRAINSKI, E. T.; BASSANEZI, R. B.; CZERMAINSKI, A. B. C. Modelo autológico espaço-temporal com aplicação à análise de padrões espaciais da leprose-dos-citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF, v.43, n.12, p.1677-1682, 2008.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; HAMADA, E. Diseases in tropical and plantations crops as affected by climate changes: current knowledge and perspectives. **Plant Pathology**, England, v.60, p.122-132, 2011.

HAIR, J. E.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. 5ed. New Jersey (USA): Prentice Hall, 1998. 742p.

HARAMOTO, F. H. Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina:Tenuipalpidae). **Thesis** (Doctor in Philosophy in Entomology), University of Hawaii, 1966, 101p.

IBGE. **Produção agrícola municipal (PAM)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>> Acesso em: 02 mai. 2011

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

KENNEDY, J. S. Phase variation, a possible adaptive character for the false spider mite, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes 1939). **Journal of Applied Entomology**, v.119, n.1-5, p.259-261, 1995.

KITAKIMA, E. W., RESENDE, J. A. M. and RODRIGUES, J. C. V. Passion fruit green spot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari:Tenuipalpidae) on passion fruit in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland v.30, p.225-231. 2003.

KUBO, K. S.; FREITAS-ASTUA, J.; MACHADO, M. A.; KITAJIMA, E. W. Orchid fleck symptoms may be caused naturally by two different viruses transmitted by *Brevipalpus*. **Journal of General Plant Pathology**, v.75, p.250–255, 2009.

LARANJEIRA, F.F. **Epidemiologia da clorose variegada dos citros no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /USP, Piracicaba/SP, 2002, 158p.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd. English Ed. Amsterdam: Elsevier, 2003, 853p.

LOCALI-FABRIS, E. C., FREITAS-ASTÚA, J., SOUZA, A. A., TAKITA, M. A., ASTÚA-MONGE, G., ANTONIOLI-LUIZON, R., RODRIGUES, V., TARGON, M. L. P. N., MACHADO, M. A. Complete nucleotide sequence, genomic organization and phylogenetic analysis of Citrus leprosis virus cytoplasmic type (CiLV-C). **Journal of General Virology**. v.87, p.2721-2729, 2006.

MAPA. Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada dos Citros. IN SARC 006, In: Diário Oficial da União, 2004.

MIRANDA, L. C., NAVIA, D.; RODRIGUES, J. C. V. Brevipalpus Mites Donnadieu (Prostigmata: Tenuipalpidae) Associated with Ornamental Plants in Distrito Federal, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina/PR, v.36, n.4, p.587-592, 2007.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de Acarologia: **Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP: Holos, 308p., 2008.

OLIVEIRA, C. A. L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Laranja**, Cordeirópolis/SP, v.6, p.1-32, 1986.

OLIVEIRA, C. A. L. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*, In: Oliveira, C.A.L.; Donadio, L.C. (Eds.). Leprose dos citros. Jaboticabal/SP. FUNEP. pp. 37-48, 1995.

OLIVEIRA, V. S.; NORONHA, A. C. S., ARGOLO, P. S.; CARVALHO, J. E. B. 2006. Acarofauna em pomares cítricos nos municípios de Inhambupe e Rio Real no Estado da Bahia, **Magistra**, Cruz das Almas/BA, v.19, n.3, p.257-261, 2007.

PEREIRA, A. R.; VILA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 183p., 1997.

PAP, P. L.; VÁGÁSI, C. I.; OSVÁTH, G.; MURESAN, C.; BARTA, Z. Seasonality in the uropygial gland size and feather mite abundance *Passer domesticus*: natural covariation in house sparrows and an experiment. **Journal of Avian Biology**, v. 41, p. 653-661, 2010

RODRIGUES, J. C. V. **Leprose dos citros: cito-patologia, transmissibilidade e relação com o vetor *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo Piracicaba, Piracicaba/SP, 1995, 79p

RODRIGUES, J. C. V. **Relações patógeno-vetor-plantas no sistema leprose dos citros**. Tese (Doutorado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP. 2000, 168p.

RODRIGUES, J. C. V. Programa de redução do inóculo da leprose dos citros. **Laranja**. Cordeirópolis/SP, v. 23, p. 321-332, 2002.

RODRIGUES, J. C. V., KITAJIMA, E. W., CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. Citrus leprosis vírus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.30, p.161-179. 2003.

ROSSI-ZALAF, L. S. e ALVES, S .B. Susceptibility of *Brevipalpus phoenicis* to entomopathogenic fungi. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam/Holland, v.40, p.37-47. 2006.

SILVA, M. Z; SATO, M. E. Comportamento e oviposição de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) em folhas de citros expostas e não expostas a *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Anais do III Simpósio Brasileiro de Acarologia**, Campinas/SP, 2011.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Seventh edition. Iowa State University Press, USA, 1980.

SOLANO, D. A.; ÁLVAREZ-HERRERA, J. G.; RODRIGUEZ, J. A. Distribución espacial de *Brevipalpus phoenicis*, vector de la leprosis de los cítricos en el cultivo de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en Yopal, Casanare (Colombia). **Agronomía Colombiana**, v.26 n.3, Bogotá-Colômbia, 2008.

SOUZA, R. S. de. **Aspectos da inter-relação: Ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *Citrus sinensis* (L.) e meio ambiente**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/SP, 2002, 64p.

SOUZA, R. S.; OLIVEIRA, C. A. L. de; ARAÚJO, J. A. C, FERNANDES, E. J. Incidência de leprose em plantas citricas submetidas a diferentes condições hídricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Manaus/AM. Resumos. v. 19, p. 247, 2002.

THORNTHWAITE, C. W. The Moisture Factor in Climate. **Transactions American Geophysical Union**, v. 27, p. 41 – 48, 1946.

TRINIDADE, M. L. B.; CHIAVEGATO, L. G. Caracterização biológica dos ácaros *Brevipalpus obovatus* D., *B. californicus* e *B. phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.2, p.189–195, 1994.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na ausência de estudos acerca da infestação de *B. phoenicis* em pomares citrícolas do Nordeste do Brasil, até então utilizavam-se recomendações amostrais e de manejo baseadas em resultados obtidos a partir de ensaios conduzidos na citricultura paulista, apesar de tratar-se de um agroecossistema distinto ao da Bahia.

Dessa forma, o conhecimento sobre os aspectos espaço-temporais de infestações de *B. phoenicis* na região dos tabuleiros costeiros, onde se concentra 80% da citricultura baiana, possivelmente contribuirá para a tomada de decisão no que se refere ao monitoramento de áreas livres e manejo da praga nas áreas de ocorrência.

Apesar da vasta extensão territorial da Bahia e por conseqüência, da existência variações climáticas territoriais, nas regiões estudadas (RB e LN) foi possível flagrar similaridades entre elas, tais como: homogeneidade varietal dos pomares (laranja 'Pêra'), tamanho da propriedade (pequeno), mão-de-obra utilizada (familiar) e manejo dos pomares (cultivos intercalares, baixo uso de agrotóxicos; controle mecânico da vegetação infestante). Essas características foram importantes para a compreensão dos processos de infestações dos hospedeiros pelo ácaro vetor do CiLV.

No rol das similaridades, podemos incluir o ácaro *B. phoenicis*, 100% prevalente nos pomares do RB e LN, de freqüência constante ao longo dos três anos de observações, não havendo assim drásticas variações populacionais.

Esse conjunto de atributos que caracteriza a população de *B. phoenicis* na Bahia nos leva a admitir não ser o uso de pesticidas o fator responsável por essas flutuações populacionais, como havia sido hipotetizado por Bassanezi e Laranjeira (2007) para explicar as divergências encontradas entre os mapas de plantas infestadas pelo ácaro e plantas sintomáticas no Estado de São Paulo.

Assim, duas hipóteses são apresentadas no sentido de explicar a dinâmica da infestação de *B. phoenicis* no Estado da Bahia: a primeira relaciona-se com os aspectos ambientais, face a sazonalidade do processo de infestação de plantas e frutos, o que possibilitou dois agrupamentos temporais: um, com maiores unidades infestadas na primavera-verão e outro, no outono-inverno.

A segunda hipótese apóia-se na ação antrópica como fator de regulação populacional de *B. phoenicis* na citricultura do RB e LN. Ainda que não se tenha essa intenção de controle, os agricultores têm favorecido ao ácaro da leprose dos citros quando mantém a diversidade hospedeira intrapomares.

Os cultivos intercalares ampliam a oferta de alimento e refúgio ao *B. phoenicis*. Porém, há um contraponto nesse manejo, pois, simultaneamente, ele viabiliza condições à co-existência de populações que estabelecem relações antagônicas com o *B. phoenicis*: seus inimigos naturais (ácaros fitoseídeos, coccinelídeos e fungos entomopatogênicos). Assim, poderíamos deduzir que o manejo dos pomares citrícolas da Bahia confere considerável grau de resiliência aos ácaros *B. phoenicis*.

Entretanto, essa hipótese carece de validação em futuros estudos envolvendo *B. phoenicis* e seus inimigos naturais, nos quais tenham-se como objetivos: índice de diversidade, riqueza de espécies, constância, densidade e dinâmica populacional, mecanismos de biocontrole e testes de eficiência.

O conhecimento do arranjo espacial da infestação de *B. phoenicis*, agregado em nível de região, e aleatório ao nível intrapomar, poderá subsidiar a tomada de decisão pelo organismo de defesa agropecuária, seja nos procedimentos de amostragem (épocas, tamanho de amostra), no monitoramento de áreas livres, ou na adoção de estratégias de controle aos focos da virose.

Mesmo sem registrar sintomas de leprose dos citros, o RB é uma região fortemente ameaçada pelo risco de ingresso da praga, pois, apresenta condições ecológicas favoráveis ao vetor durante todo o ciclo de produção dos pomares, dispõe de continuidade espaço-temporal hospedeira, além de localizar-se geograficamente numa rota potencial de disseminação da praga, a BR-101- rodovia que corta todo seu parque citrícola.

Entretanto, o manejo do risco de disseminação da praga, via ácaros virulíferos, poderia ser mais rigoroso, caso se condicionasse o trânsito de frutos

procedentes de locais de ocorrência do CiLV ao processo de beneficiamento (lavagem) em *packing house*.

De forma complementar às sugestões ao sistema de vigilância epidemiológica do estado, propõe-se o mapeamento de VTBs em ornamentais, bem como a definição das potenciais rotas de risco de disseminação da pragas; promover sistemático monitoramento das unidades de produção do Projeto Flores da Bahia e ampliar a fiscalização ao comércio ambulante de mudas de frutíferas e ornamentais, em todo o Estado da Bahia.

Outro viés que não pode deixar de ser mencionado diz respeito à sensibilização e mobilização de diversos segmentos da cadeia produtiva, nas áreas de ocorrência do CiLV, no sentido adotar as medidas de controle preconizadas pelos serviços de defesa agropecuária e extensão rural. Assim, recorrer às técnicas de educação sanitária seria uma estratégia imprescindível à manutenção de áreas livres.