

Renato B. Bassanezi^{*}; Ana Beatriz C. Czermainski; Elias T. Krainski; Paulo J. Ribeiro Júnior; Francisco F. Laranjeira; Lilian Amorim

Introdução

A leprose dos citros tem sido considerada uma das mais importantes doenças da citricultura brasileira, pois reduz a produção e o período de vida das plantas afetadas (Rodrigues *et al.*, 2003), ocorre em quase todos os estados do País que produzem citros e é considerada endêmica no Estado de São Paulo. Esta doença é causada pelo *Citrus leprosis virus* (CiLV) transmitido exclusivamente, nas condições de campo, pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae), conhecido vulgarmente como ácaro plano ou ácaro da leprose.

O patossistema *Citrus*-CiLV-*Brevipalpus* é bastante complexo e apresenta características peculiares. O ácaro vetor, em qualquer uma das fases de seu desenvolvimento, pode adquirir e transmitir CiLV. Uma vez contaminado, o ácaro passa a ser transmissor do vírus por longo período mesmo que se alimente posteriormente em tecidos sadios (Rodrigues, 2000) e assim, um indivíduo é capaz de múltiplas infecções em transmissões primárias e secundárias simultâneas no pomar. Entretanto, a transmissão transovariana do vírus para a sua descendência parece não ocorrer (Chiavegato, 1995; Rodrigues, 1995) e o CiLV não se dissemina sistemicamente pela planta infectada, ficando restrito ao redor do sítio de alimentação do vetor. Desta forma, as novas gerações do ácaro que surgem na população apenas tornam-se virulíferas ao alimentarem-se nas áreas de lesões já existentes que servem como fonte de inóculo.

Estas características da leprose tornam a disseminação do CiLV e o progresso da doença nos pomares bastante dependente da presença e do movimento de ácaros virulíferos dentro e entre plantas, que por sua vez dependem da presença de plantas sintomáticas (fonte de inóculo). Em função disso, as medidas preconizadas para o controle da leprose são baseadas na redução das fontes de inóculo do vírus e da população do ácaro vetor. Contudo, a principal prática adotada pelos citricultores para o controle da leprose tem sido a pulverização do talhão com acaricidas visando reduzir a população do vetor, independentemente da presença de plantas sintomáticas ou de ácaros virulíferos. Neste caso, a tomada de decisão de controle do ácaro da leprose tem sido baseada em níveis empíricos de infestação, que por sua vez são obtidos por meio de sistemas de amostragem pouco precisos e não acurados.

^{*} Fundectrus, Araraquara, SP. rbassanezi@fundectrus.com.br

Pelo controle da doença estar sendo feito basicamente pelo controle do ácaro vetor, até pouco tempo atrás, os componentes epidemiológicos da leprose estudados eram principalmente relacionados à biologia e flutuação populacional do ácaro *B. phoenicis* em função de fatores climáticos (Rodrigues *et al.* 2003; Childers *et al.*, 2003). Praticamente nenhum estudo abrangia os processos espaciais e temporais, relacionando a dinâmica da doença na população de plantas hospedeiras e a dinâmica populacional do vetor conjuntamente. A caracterização espacial tanto da doença como do vetor é fundamental para o estabelecimento de planos de amostragens mais precisos e pode permitir o controle do ácaro vetor nas áreas de localização dos focos de plantas sintomáticas ao invés do controle na área total. O estudo da dinâmica e avanço da doença e do vetor, por sua vez, pode ser um componente importante para orientar a tomada de decisão quanto às intervenções no pomar. Curvas do progresso da doença e do vetor no tempo e ajuste de modelos de crescimento para cada ciclo da cultura permitem uma análise comparativa entre ciclos quanto a taxas de progresso e interpretação de influências de fatores ambientais e do hospedeiro sobre mudanças no crescimento da epidemia e indicam os melhores momentos para uma intervenção.

Assim, para suprir esta lacuna no conhecimento epidemiológico da leprose dos citros foram realizados estudos com para caracterizar os padrões espaciais e temporais da população de ácaros *B. phoenicis* e da incidência de leprose, causada por CiLV, em pomares de citros, sob condições naturais de epidemia (Bassanezi & Laranjeira, 2007; CZERMAINSKI, 2006).

Área experimental e coleta dos dados

Entre janeiro de 2002 e novembro de 2004, epidemias de leprose dos citros foram monitoradas em dois talhões comerciais de citros não pulverizados com acaricidas após o início das avaliações. Os talhões da variedade Valência (TV) e Natal (TN), plantados em 1996, sobre limoeiro Cravo, em espaçamento 7,5 m x 3,8 m, tinham área útil de 20 linhas de 58 plantas e de 24 linhas de 30 plantas, respectivamente. Em ambos os talhões, foram efetuados levantamentos a cada 22 dias, aproximadamente. Efetuaram-se levantamentos censitários no nível hierárquico planta e levantamentos amostrais de frutos, ramos e folhas por planta, sendo feitas as seguintes determinações em cada planta dos dois talhões selecionados: i) contagem de frutos, ramos e folhas com sintomas de leprose, observados em 25 frutos, 25 folhas e 25 ramos por quadrante do dossel escolhidos a esmo; ii) contagem de ácaros da leprose pela observação em cinco frutos internos da florada principal e cinco ramos externos da copa, também escolhidos a esmo; iii) a partir dos registros de infestação e de doença por planta, foram obtidas as incidências binárias

(0 para ausência do evento ácaro ou sintoma e 1 para presença do evento), correspondentes aos tipos de órgãos avaliados; iv) em 10 plantas marcadas previamente, ao acaso no talhão, foram contadas as novas brotações/m² de copa e as folhas novas emitidas por broto; v) o estágio fenológico de florescimento e frutificação foi registrado segundo escala convencionalmente usada para citros (GUIA, [200-]). As variáveis climáticas foram registradas em estação agroclimatológica instalada próximo aos talhões.

Dinâmica temporal da população do ácaro *Brevipalpus phoenicis* e da leprose dos citros

Técnicas descritivas foram intensivamente usadas para análise exploratória do conjunto de resultados e dedução de possíveis relações temporais entre as populações alvo e entre essas e os fatores explicativos relativos à fenologia das plantas e ao clima. Estimaram-se as densidades populacionais absolutas e relativas do ácaro nos talhões nas datas de levantamento de modo a se obter as curvas populacionais para análise do crescimento da sua população. As incidências de plantas com a presença do ácaro foram calculadas para análise temporal da dispersão da população do vetor. Curvas de progresso para as incidências de plantas com sintomas em diferentes órgãos da planta foram construídas para posterior ajuste ao modelo logístico e obtenção das respectivas estimativas da quantidade de inóculo inicial e taxa de infecção (Campbell & Madden, 1990; Bergamin Filho, 1995).

A colheita de frutos da florada principal caracterizou o fim de um ciclo e início do ciclo seguinte, quando se passou a acompanhar o desenvolvimento da nova florada, resultando na divisão do período de monitoramento em três ciclos. O efeito de variáveis fenológicas sobre o comportamento das incidências de plantas infestadas e com sintomas de leprose, ao longo dos ciclos 2003 e 2004, foi avaliado através da análise de regressão Poisson. As incidências de plantas no talhão com sintomas e com ácaros, na forma de contagens, foram relacionadas, por ciclo, às covariáveis tempo, medido em número de dias após o primeiro levantamento, número de brotações novas, número de folhas por brotação nova e tamanho do fruto.

Através da análise do coeficiente de correlação r de Pearson, foram investigadas possíveis associações entre a incidência de órgãos doentes, por planta, num determinado levantamento t , e a mesma incidência em t^* e o número de ácaros em t^* , onde $t^* = t - lag$, onde $lag = 1, 2$ e 3 . Cada par de realizações das variáveis correlacionadas correspondeu a uma planta do talhão e t correspondeu ao número do levantamento e não ao número de dias.

Entre os principais resultados obtidos, pode-se salientar que:

- a) A flutuação populacional de *B. phoenicis* depende mais da fenologia das plantas e do tipo de tecido disponível por épocas ao longo do ano do que dos fatores climáticos. Entre estes fatores fenológicos destacam-se a preferência do ácaro pelos frutos e a sua maior densidade populacional obtida quando os frutos estão próximos à maturação;
- b) Os incrementos na população de ácaros ocorrem, de modo geral, com dispersão no talhão (correlação positiva significativa entre o número médio de ácaros por planta e a proporção de plantas com ácaro);
- c) O crescimento da incidência da doença foi relativamente lento e as estimativas da taxa de progresso da doença, obtidas pelo ajuste do modelo logístico, foram bastante baixas e variam pouco de ano para ano;
- d) A doença comporta-se como poliética com acúmulo de inóculo de ano para ano, especialmente nos ramos;
- e) A incidência de órgãos com lesões não esteve correlacionada com a densidade de ácaros na planta em levantamentos anteriores, mas apresentou correlação positiva significativa com a própria incidência da doença registrada anteriormente. Isto indica que a presença de sintomas, e não somente a de ácaros, deve ser considerada em planos amostrais visando o controle da doença.

Portanto a utilização de medidas de controle com efeito predominante sobre a taxa de progresso da doença (controle do vetor) não é a melhor tática para evitar o avanço de epidemias de leprose dos citros. Medidas de erradicação, que atua no inóculo inicial, como poda de ramos doentes, devem contribuir de forma mais eficaz.

Padrão espacial da incidência de plantas infestadas com o ácaro *Brevipalpus phoenicis* e com sintomas da leprose dos citros

Mapas das plantas infestadas por *B. phoenicis* e das plantas infectadas por CiLV a cada levantamento permitiram uma visão global do crescimento espaço-temporal das populações. Análise de seqüências ordinárias (“ordinary runs”) foi efetuada para cada levantamento, a fim de constatar se havia agregação entre árvores incidentes dentro das linhas de plantio ou transversalmente a elas (Campbell & Madden, 1990). Para o diagnóstico do padrão espacial dos dados de incidência foram utilizados os testes da distância mínima, do número de vizinhos doentes, do índice de dispersão e a aplicação da lei de Taylor modificada (Campbell & Madden, 1990, Madden & Hughes, 1995).

Entre os principais resultados obtidos, pode-se salientar que:

- a) Existe uma variação na incidência de plantas infestadas com o ácaro da leprose entre avaliações subseqüentes, podendo esta ser atribuída a uma variação natural causada pela migração dos ácaros, o efeito do clima, fenologia da planta, colheita de frutos

infestados e morte natural, mas também a um erro da amostragem da população de ácaros nas plantas. Esta variação não ocorre para as plantas com sintomas, mostrando o caráter cumulativo da doença ao longo do tempo e a ausência de erro de amostragem;

b) A agregação de plantas infestadas com ácaros e com sintomas de leprose foi detectada entre plantas imediatamente adjacentes, tanto nas linhas de plantio como nas entrelinhas, entretanto a porcentagem de agregação foi baixa para as plantas infestadas e alta para as plantas sintomáticas. Esta agregação foi sempre maior no sentido da linha de plantio, principalmente quando houve o contato entre plantas na linha e estas linhas estavam paralelas à direção predominante do vento;

c) A agregação entre grupos de plantas infestadas e sintomáticas também foi detectada, porém sempre em maior grau para as plantas com a doença. Em ambos os casos, o grau de agregação depende da incidência de plantas com ácaros e com sintomas;

d) Não houve uma relação clara entre a localização das plantas com ácaros e das plantas com sintomas de leprose mesmo entre avaliações defasadas no tempo.

Desta forma, a falha na amostragem e presença de ácaros não virulíferos fazem com que a presença ou ausência de ácaros não seja um indicador suficiente para suposições sobre o risco de ocorrência da doença. Assim, os níveis populacionais de ácaros não podem isoladamente subsidiar estimativas do nível de incidência da doença, quando não se tem informações sobre a origem desta população e seu grau de infectividade. Entretanto, quando a doença visível (sintomas) e seu vetor são considerados, a alta e estável agregação das plantas sintomáticas indica uma alta dependência da presença dos ácaros virulíferos e da fonte de inóculo, o que torna viável a adoção de técnicas que eliminem as fontes de vírus (poda) e o controle dos ácaros virulíferos localizados ao redor da planta com sintomas.

Referências

1. Bassanezi, R.B. & Laranjeira, F.F. Spatial patterns of leprosis and its mite vector in commercial citrus groves in Brazil. *Plant Pathology* 56:97-106. 2007.
2. Bergamin Filho, A. Conceitos e objetivos. In: A. Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorim, L. (Eds.) *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. São Paulo SP. Ceres. 1995. pp. 540-553.
3. Campbell, C.L. & Madden, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York. Wiley. 1990.
4. Chiavegato, L.G. Avaliação da potencialidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: tenuipalpidae) na transmissão da leprose em plantas cítricas. *Anais*, 15º. Congresso Brasileiro de Entomologia, Caxambu MG. 1995. p.14.
5. Childers, C.C., French, J.V. & Rodrigues, J.C.V. *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* 30:5-28. 2003.
6. Czermainski, A.B.C., Dinâmica espaço-temporal de populações do patossistema leprose dos citros em condições naturais de epidemia. Tese de Doutorado. Piracicaba SP. ESALQ/USP. 2006.

7. GUIA de fases de desenvolvimento – citros. Campinas. Stoller do Brasil Ltda. [200-].
8. Madden, L.V. & Hughes, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. *Annual Review of Phytopathology* 33: 529-564, 1995.
9. Rodrigues, J.C.V. Leprose dos citros, cito-histopatologia, transmissibilidade e relação com o vetor *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae). Dissertação de Mestrado. Piracicaba SP. CENA/USP. 1995.
10. 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* 30:161-179. 2003.