



AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE *Diaphorina citri* EM *Murraya paniculata* E *Citrus limonia* EM CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA SUBSIDIAR CRIAÇÕES LABORATORIAIS DE *Tamarixia radiata*

Maria Fernanda de Oliveira **Neves**¹; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**²; Luiz Alexandre Nogueira de **Sá**²; Dori Edson **Nava**³; Eduardo Augusto **Girardi**⁴

Nº 15406

RESUMO - A doença Huanglongbing (HLB) é causada por bactérias do gênero Candidatus Liberibacter spp. e vem sendo responsável por grandes perdas da citricultura brasileira pela ausência de variedades resistentes e de alternativas para o controle depois que as plantas são infectadas, demandando a erradicação. O psílídeo-dos-citros Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) é um inseto exótico, proveniente do continente Asiático, que tem como suas principais plantas hospedeiras Murta (Myrtus L.) e citros (Citrus sp.). A murta-de-cheiro Murraya paniculata é uma planta arbustiva ornamental muito utilizada como hospedeira de D. citri no Brasil. O projeto HLB_Biocontrol da Embrapa Meio Ambiente, pertencente ao Arranjo HLB citros, vem avaliando alternativas para o controle biológico de D. citri, promovidas pelo parasitismo de ninfas gerados pelos parasitoides exóticos Tamarixia radiata e Diaphorencyrtus aligarhensis, este último em avaliação quanto à efetiva necessidade de importação para o Brasil. A criação laboratorial dos parasitoides depende diretamente da disponibilidade do hospedeiro-praga. Portanto, é necessário buscar alternativas para a melhoria da qualidade da criação laboratorial no intuito de manter o hospedeiro-praga em instares preferenciais ao parasitismo. Esse trabalho avaliou por simulação numérica a dinâmica populacional de D. citri em M. paniculata e em limão cravo (Citrus limonia) visando identificar condições mais propícias à geração de maiores quantidades de ninfas de D. citri.

Palavras-chaves: defesa fitossanitária; controle biológico; proteção de citros; parasitoides; vetor doença

¹Bolsista PIBIC/CNPq do Projeto HLB_Biocontrol no LQC/Embrapa Meio Ambiente

²Pesquisador Laboratório de Quarentena “Costa Lima” (LQC) /Embrapa Meio Ambiente

³ Pesquisador Laboratório de Entomologia/Embrapa Clima Temperado

⁴Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura/Coordenador do Arranjo HLB/Embrapa.



ABSTRACT – Huanglongbing (HLB) is a disease caused by bacteria of the genus Candidatus Liberibacter spp., which have been responsible for great losses in Brazilian citrus crop, due to the absence of resistant varieties and alternatives for controlling after the plants are infected, demanding plant eradication. The Asian citrus psyllid Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) is an exotic insect, from Asiatic continent, which Myrtus L. and Citrus sp.

Murraya paniculata is an ornamental shrub which is widely used as D. citri hosts in Brazil. The HLB_Biocontrol Project of Embrapa Environment, which belongs to HLB citrus Arrangement, has evaluated alternatives for biological control of D. citri, promoted by the exotic parasitoids Tamarixia radiata and Diaphorencyrtus aligarhensis, this last still under evaluation for the real need of importation to Brazil. The laboratorial rearing of the parasitoid depends directly on the availability of host-pest. Therefore, it is necessary to look for alternatives in order to enhance the laboratorial insect rearing quality to maintain the host-pest in preferential instars to the parasitism. The present work evaluated the population dynamic of D. citri in M. paniculata and Citrus limonia using mathematical-modelling-simulation aiming to identify more propitious conditions to increase the number of D. citri nymphs.

Key-words: plant protection; biocontrol; citrus protection; parasitoid; disease vector.

1. INTRODUÇÃO

O setor citrícola brasileiro possui destacada posição no cenário mundial, onde na safra 2013/2014 ocupou os primeiros lugares nas produções de suco de laranja (1120 mil ton a 65 graus brix) e de laranja *in natura* (16850 mil t) (UNITED STATES OF AMERICA. USDA, 2015). A maior produção de citros concentra-se na região Sudeste. O estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro de laranjas, com 72,7% da produção nacional, e vem enfrentando significativas reduções nos números de área, produção e de rendimento (IBGE, 2013). Persistem problemas de manejo da cultura de ordem fitossanitária decorrentes de pragas, principalmente Huanglongbing (HLB, ex-greening), Clorose Variegada dos Citros (CVC ou “amarelinho”), pinta preta, cancro cítrico e leprose (IBGE, 2013). Consequentemente são crescentes as erradicações de pomares. Esse problema só poderá ser minimizado com a maior eficiência na produção de mudas, maior fiscalização do trânsito de mudas e frutos e pela realização de monitoramentos sistemáticos de pomares com rígido controle de vetores associados às transmissões do HLB e da CVC.



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

A doença *Huanglongbing* (HLB) é causada por bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* spp. e vem sendo responsável por grandes perdas da citricultura brasileira, pela ausência de variedades resistentes e de alternativas para o controle depois que as plantas são infectadas demandando a erradicação. O psílídeo-dos-citros *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) é um inseto exótico, proveniente do continente Asiático, que tem como suas principais plantas hospedeiras Murta (*Myrtus* L.) e citros (*Citrus* sp.). Tornou-se praga de importância econômica da citricultura brasileira por ser vetor de HLB, uma vez que ao sugar a seiva de plantas infectadas com a doença transmite a bactéria para as plantas saudáveis. A murta-de-cheiro *Murraya paniculata* é uma planta arbustiva ornamental muito utilizada como hospedeira de *D. citri* no Brasil e, portanto, o controle em áreas urbanas também é necessário. (Fundecitrus, 2013).

O projeto HLB_Biocontrol da Embrapa Meio Ambiente, pertencente ao Arranjo HLB citros, vem avaliando alternativas para o controle biológico de *D. citri*, entre elas as promovidas pelos parasitoides exóticos *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam and Argarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae), este último em avaliação quanto à necessidade de introdução no Brasil. A criação laboratorial dos parasitoides depende da disponibilidade do hospedeiro-praga, uma vez que o parasitismo ocorre em instares preferenciais do estágio ninfal de *D. citri*. Informações biológicas sobre os ciclos de desenvolvimento de *D. citri* já foram disponibilizadas por Nava et al (2007) e possibilitam a elaboração de simuladores numéricos para mais bem avaliar a dinâmica populacional de *D. citri* em diferentes hospedeiros-planta, visando identificar cenários diferenciados de criações laboratoriais que favoreçam a maior disponibilidade de ninfas para os parasitoides, promovendo alternativas para a melhoria da qualidade da criação laboratorial do hospedeiro-praga. Nava et al. (2007) relataram alterações nos ritmos de posturas de fêmeas de *D. citri* em criações, tendo como plantas hospedeiras murta (*Murraya paniculata*) e limão-cravo (*Citrus limonia*). Desse modo, a maior disponibilidade de ninfas de *D. citri* é igualmente influenciada pelo tipo de hospedeiro-planta e pela idade da fêmea de *D. citri*.

Simulações numéricas vêm possibilitando acompanhar a dinâmica populacional de insetos-pragas em gaiolas de criação laboratorial e, desse modo, favorecem a observação de cenários alternativos que minimizem custos laboratoriais para a multiplicação de bioagentes de controle exóticos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar por simulação numérica a dinâmica populacional de *D. citri* em murta de cheiro (*M. paniculata*) e em limão cravo (*Citrus limonia*) visando identificar condições mais propícias à geração de maiores quantidades de ninfas de *D. citri* para subsidiar criações laboratoriais de seus parasitoides exóticos para o biocontrole.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ciclos biológicos de *D. citri* em murta-de-cheiro (*Murraya paniculata*) e em limão-cravo (*Citrus limonia*) em criações laboratoriais (26 ± 1 °C, UR 60 ± 10 % e fotofase 12 horas) foram levantados em literatura (NAVA et al., 2007) e permitiram a elaboração dos modelos conceituais dos ciclos de desenvolvimento de *D. citri* nessas plantas hospedeiras.

Interpolações polinomiais e o método dos mínimos quadrados foram utilizados na determinação das curvas de ritmos de posturas de fêmeas de *D. citri* em murta e em limão, considerando dados observados por Nava et al. (2007) para os períodos de sobrevivências observados nesses hospedeiros. As quantidades de ovos/fêmea/dia foram posteriormente determinadas, incluindo em períodos intermediários, onde foram observados maiores ritmos de posturas.

Um simulador numérico desenvolvido em MatLab, utilizando os dados supracitados, possibilitou avaliar cenários alternativos de quantidades de infestações iniciais de adultos de *D. citri* (5, 10, 15, 20 e 25 casais) em gaiolas de criação laboratorial, considerando as duas plantas hospedeiras para o período de maior ritmo inicial de posturas identificados. Gráficos da dinâmica populacional de diferentes fases de desenvolvimento de *D. citri*, nº total de ovos e ninfas e nº de indivíduos nos ínstares (ou estádios) ninfais foram disponibilizados pelo simulador. A dinâmica populacional de *D. citri* foi, posteriormente, avaliada para todo o período de sobrevivência das fêmeas em limão-cravo, considerando os ritmos de posturas nas simulações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos conceituais dos ciclos de vida de *D. citri* nos hospedeiros são apresentados (Figura 1). As quantidades de ovos/fêmea/dia foram determinadas considerando as oviposições estimadas pelas curvas ajustadas para os dois hospedeiros-plantas. Em limão-cravo estimaram-se 7.686 ovos acumulados no período de 0 a 10 dias de idade da fêmea, identificado como o de maior quantidade de posturas nos dois hospedeiros-plantas, com 30,72 ovos/fêmea/dia em limão, enquanto que de 11 a 19 dias de idade da fêmea, o acumulado de ovos estimado nesse hospedeiro -planta foi de 2.125, sendo 9,94 ovos/fêmea/dia. Em murta foram estimados 6.721 ovos acumulados no período de 0-10 dias de idade da fêmea, com 26,88 ovos/fêmea/dia. De 11 a 26 dias de idade da fêmea, estimou-se um potencial de oviposição acumulada de 4176 ovos, com 10,44 ovos/fêmeas/dia nesse período.

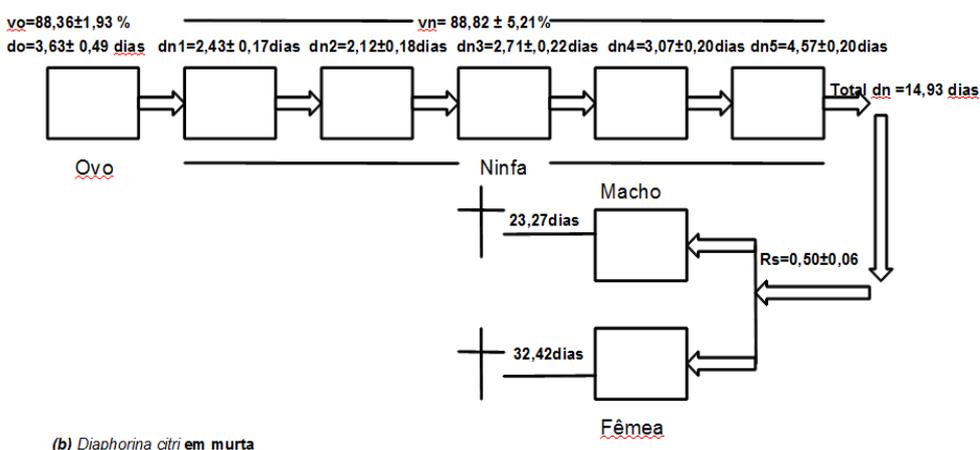
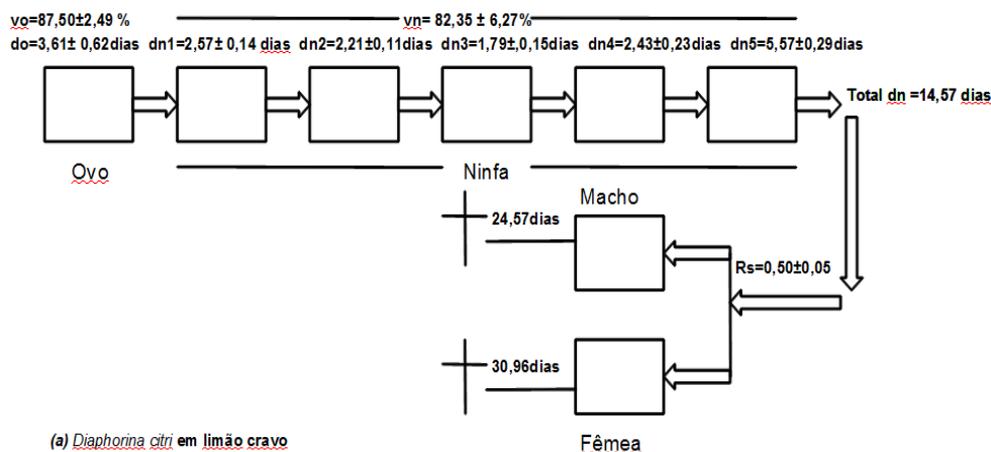


Figura 1. Modelos conceituais dos ciclos de desenvolvimento de *D. citri* em: a) limão cravo; e b) murta-de-cheiro. (OBS: vo = viabilidade de ovos (%), do = duração do estágio de ovo (em dias); dn_i = duração dos instares (ou estádios) ninfais ($i= 1$ a 5) (em dias), vn =viabilidade de ninfas (%) e rs = razão sexual)

Apesar do maior ritmo de posturas registrados em murta até o 5º dia de idade da fêmea, observou-se uma drástica redução na velocidade de oviposição até o 10º dia de idade da fêmea, quando comparada ao limão, sugerindo ser limão-cravo o melhor hospedeiro para disponibilizar maiores quantidades de ovos, principalmente durante os 10 dias após a introdução das fêmeas nas gaiolas (cerca de 14% a mais do que em murta). Considerando o período total de sobrevivência das fêmeas, obteve-se 9811 ovos acumulados em limão, com 20,65 ovos/fêmea/dia, considerando o período de 19 dias de sobrevivência, enquanto em murta observou-se 10.897 ovos em 26 dias, com 16,76 ovos/fêmea/dia. Embora a maior quantidade de ovos registradas para murta a partir de 11 dias de idade da fêmea, decorrentes também da maior sobrevivência das fêmeas em murta (7 dias a mais que em limão), acredita-se que a viabilidade desses ovos possam ser comprometidas em função da maior idade da fêmea; o que deve ser mais bem investigado. Os resultados das



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

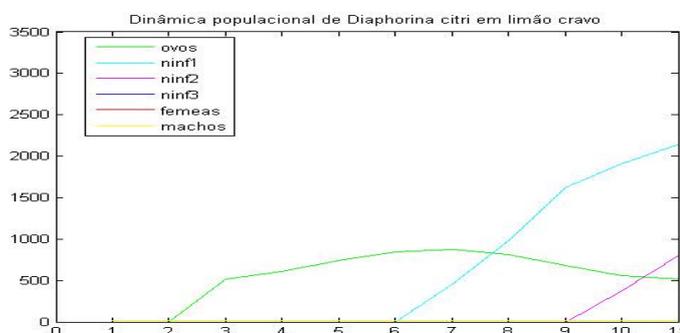
simulações realizadas para diferentes cenários de quantidades de fêmeas para o período de 10 dias após a introdução de fêmeas ativas em gaiolas de criação são apresentados a seguir.

Tabela 1. Oviposições acumuladas em limão cravo e em murta-de-cheiro obtido por simulação para diferentes quantidades de fêmeas nas gaiolas de criação

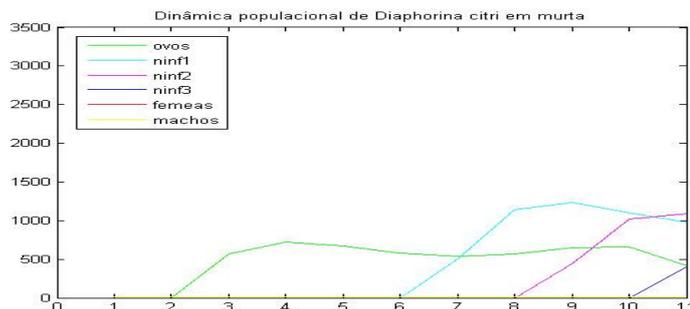
LIMÃO CRAVO	Ritmo de posturas de <i>D. citri</i> em diferentes cenários simulados					MURTA	Ritmo de posturas de <i>D. citri</i> em diferentes cenários simulados					
	Quantidades de fêmeas na gaiola						Quantidades de fêmeas na gaiola					
	Dias simulados	5 fêmeas	10 fêmeas	15 fêmeas	20 fêmeas		25 fêmeas	Dias simulados	5 fêmeas	10 fêmeas	15 fêmeas	20 fêmeas
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
3	129,4	258,8	388,2	517,6	647	3	143,2	286,4	429,6	572,7	715,9	
4	151,4	302,8	454,2	605,5	756,9	4	181,3	362,6	543,9	725,2	906,5	
4	185,6	371,2	556,8	742,4	928	5	167,8	335,5	503,3	671,1	938,9	
6	211,8	423,5	635,3	847,1	1058,9	6	143,7	287,5	431,2	574,9	718,7	
7	218,4	436,8	655,2	873,6	1092	7	133,2	266,3	399,5	532,7	665,8	
8	202,8	405,6	608,5	811,3	1014,1	8	142,9	285,8	428,7	571,5	714,4	
9	171,2	342,4	513,5	684,7	855,9	9	162,6	325,1	487,7	650,3	812,9	
10	138,4	276,8	415,3	553,7	692,1	10	164,8	329,5	494,3	659	823,8	
11	128,3	256,6	385	513,3	641,6	11	104,8	209,6	314,4	419,2	524	
TOTAIS	1537,3	3074,5	4612	6149,2	7686,5	TOTAIS	1344,3	2688,3	4032,6	5376,6	6720,9	

Simulações realizadas em limão para 20 dias registraram as seguintes quantidades de ovos acumuladas: 5 fêmeas: 1.812,6 ovos; 10 fêmeas: 3.625,2 ovos; 15 fêmeas: 5.437,8 ovos; 20 fêmeas: 7.250,4 ovos; e 25 fêmeas: 9.063,0 ovos.

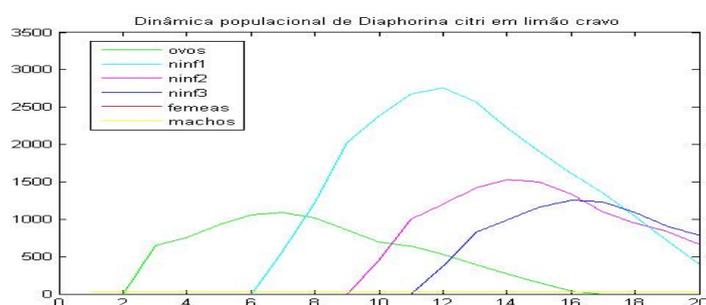
Exemplos de saídas gráficas são apresentados na Figura 2.



a) cenário 20 fêmeas em limão-cravo em 11 dias;



b) cenário 20 fêmeas em murta em 11 dia;



c) cenário 25 fêmeas em limão cravo para 20 dias.

Figura 2. Exemplos de saídas viabilizadas por simulação de três cenários.

4. CONCLUSÃO

Criações de *D. Citri* em limão cravo com 25 fêmeas viabilizam cerca de 14% a mais de posturas acumuladas, quando comparadas às de murta, em um período de até 10 dias após a infestação das gaiolas e, assim, disponibilizariam mais ninfas em menor período de tempo para as criações dos parasitoides. Cenários com o acréscimo de 5 fêmeas nas gaiolas indicaram variações no total de posturas simuladas nos dois hospedeiros (100% de 5 a 10 fêmeas, 50% de 10 a 15, 33% de 15 a 20 e 25% de 20 a 25).

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida (PIBIC), ao Laboratório de Quarentena “Costa Lima” (LQC), da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna-SP e a orientação da pesquisadora Maria Conceição Peres Young Pessoa (LQC).



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA (Fundecitrus) disponível em:

<www.fundecitrus.com.br/doencas/greening/10> Acesso em: 26 jun. 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE-** Estatística Produção Agrícola, Setembro/2013. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf> Acesso em: 15 mai. 2015

NAVA, D.E.; TORRES, M.L.G.; RODRIGUES, M.D.L.; BENTO, J.M.S.; PARRA, J.R.P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem. Psyllid) on different hosts and at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**. n. 131, p.709-715, 2007.

UNITED STATES OF AMERICA. UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Citrus:** World markets and trade. _: Foreign Agricultural Service/USDA, January 2015. 10p. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>> Acesso em: 24 jun. 2015