

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMPORTAMENTO DE *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908  
(HEMIPTERA:PSYLLIDAE) EM MICROCOSMOS HETEROGÊNEOS  
DE CITROS ASSOCIADOS A PLANTAS INTERFERENTES**

**ADAILSON DOS SANTOS ROCHA**

**CRUZ DAS ALMAS – BA**

**MAIO – 2023**

**COMPORTAMENTO DE *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908  
(HEMIPTERA:PSYLLIDAE) EM MICROCOSMOS HETEROGÊNEOS  
DE CITROS ASSOCIADOS A PLANTAS INTERFERENTES**

**ADAILSON DOS SANTOS ROCHA**

“Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Geni da Silva Sodré

Coorientadora: Marilene Fancelli

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**MAIO – 2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO DE ADAILSON DOS SANTOS ROCHA**



Profa. Dra. Geni da Silva Sodré  
UFRB  
(Orientadora)



Documento assinado digitalmente  
MARIA DE FATIMA FERREIRA DA COSTA PII  
Data: 03/06/2023 07:52:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

M.Sc. Maria de Fatima Ferreira da Costa Pinto  
Embrapa Mandioca e Fruticultura



Documento assinado digitalmente  
MARILENE FANCELLI  
Data: 02/06/2023 23:46:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pesquisadora. Dra. Marilene Fancelli  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Coorientadora)

# CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

MAIO – 2023

## Sumário

RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	18

## RESUMO

Destacando-se como principal desafio fitossanitário da citricultura, a Huanglongbing (HLB ou *ex-greening*) é considerada a doença mais devastadora da cultura de citros, a qual está relacionada a três espécies de bactérias: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus* e *Candidatus Liberibacter africanus*. O processo de disseminação das bactérias se dá principalmente pelos insetos vetores *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Psyllidae) e o *Trioza erythrae* Del Guercio, 1918 (Hemiptera: Triozidae). Estratégias de manejo comportamental de insetos têm sido uma interessante alternativa para detecção precoce, monitoramento, redução populacional de pragas e redução da disseminação de doenças, além de diminuir a alta dependência de agrotóxicos. O atual trabalho objetivou avaliar o comportamento da *Diaphorina citri* em diferentes microcosmos formados por plantas de citros na presença e na ausência de plantas interferentes. Os microcosmos heterogêneos foram compostos por mudas de citros em associação com cada uma das espécies interferentes (arruda, cajueiro, mangueira e murta). Para cada microcosmo foram utilizados 100 indivíduos de *D. citri* oriundos de criação estoque. Através de leituras diárias durante 4 dias, avaliou-se o número de adultos do psíldeo presente em cada microcosmo e os migrantes putativos. Por fim, foram determinados os índices “*push and pull*” (repele e atrai) e de atratividade, além da elaboração das representações gráficas. Os microcosmos compostos por plantas interferentes de arruda, mangueira e murta influíram na menor quantidade de *D. citri* encontrados nas plantas de citros. A ação interferente da mangueira associada a plantas de citros promoveu maior proporção de insetos migrantes putativos (73,69%). As plantas de murta demonstraram ser mais atrativas aos adultos de *D. citri* do que as plantas de citros (IA = 1,3). Os resultados indicam que as plantas de arruda, mangueira e murta associadas a plantas de citros exercem efeito sobre o comportamento da *D. citri* (atração ou repelência), com potencial de uso em sistemas de manejo comportamental de pragas, como é o caso do sistema “*push and pull*” (repele e atrai).

**Palavras chaves:** Psíldeo asiático dos citros; microcosmos; manejo comportamental *Diaphorina citri*; plantas repelentes; push-pull; Huanglongbing (HLB); greening.



## ABSTRACT

Standing out as the main phytosanitary challenge of citrus growing, Huanglongbing (HLB or ex-greening) is considered the most devastating disease of citrus culture, which is related to three species of bacteria: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus* e *Candidatus Liberibacter africanus*. O processo de disseminação das bactérias se dá principalmente pelos insetos vetores *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Psyllidae) e o *Trioza erytreae* Del Guercio, 1918 (Hemiptera: Triozidae). Behavioral insect management strategies have been an interesting alternative for early detection, monitoring, pest population reduction and reduction of disease dissemination, in addition to reducing the high dependence on pesticides. The current work aimed to evaluate the behavior of *Diaphorina citri* in different microcosms formed by citrus plants in the presence and absence of interfering plants. The heterogeneous microcosms were composed of citrus seedlings in association with each of the interfering species (rue, cashew, mango and myrtle). For each microcosm, 100 individuals of *D. citri* from stock breeding were used. Through daily readings for 4 days, the number of psyllid adults present in each microcosm and the putative migrants were evaluated. Finally, the “push and pull” (repels and attracts) and attractiveness indices were determined, in addition to the elaboration of graphical representations. The microcosms composed of interfering plants such as rue, mango and myrtle influenced the smaller amount of *D. citri* found in citrus plants. The interfering action of mango associated with citrus plants promoted a higher proportion of putative migrant insects (73.69%). As plantas de murta demonstraram ser mais atrativas aos adultos de *D. citri* do que as plantas de citros (IA = 1,3). Os resultados indicam que as plantas de arruda, mangueira e murta associadas a plantas de citros exercem efeito sobre o comportamento da *D. citri* (atração ou repelência), com potencial de uso em sistemas de manejo comportamental de pragas, como é o caso do sistema “*push and pull*” (repele e atrai).

**Keyword:** citrus asian psyllid; microcosm; behavioral management; plantas repelentes; push-pull; Huanglongbing (HLB); greening.

## INTRODUÇÃO

Mundialmente, a citricultura tem grande expressão entre as atividades frutícolas possuindo relevante lugar na economia brasileira (NEVES, 2001). O Brasil é o segundo país com maior produção de frutas cítricas no mundo com o montante de 19,6 milhões de toneladas de frutos em 2020, ficando atrás apenas da China, líder do ranking (FAO, 2021).

Relativo à produção de laranja e seus processados, o Brasil produziu em 2021 aproximadamente 16,2 milhões de toneladas do fruto (IBGE, 2021), o que confere ao país a posição de maior produtor de laranja e exportador do seu suco concentrado no mundo. O Brasil exportou em 2022 em torno de 970 mil toneladas de suco de laranja concentrado, gerando o faturamento de aproximadamente US\$1,5 bilhão (CITRUSBR, 2022).

A Bahia é o segundo estado com maior extensão no cultivo de citros e o quarto na produção de laranja, contabilizando 594 mil toneladas de frutas produzidas no ano de 2021 (IBGE, 2021). Protagonizada massivamente pela agricultura de base familiar, a citricultura baiana possui grande relevância socioeconômica para região, sendo realizada principalmente por pequenos e médios produtores (GIRARDI et al. 2015; ZULIAN et al. 2013).

Destacando-se como principal desafio fitossanitário da citricultura, o Huanglongbing (HLB ou *ex-greening*) é considerada a doença mais devastadora da cultura dos citros (GOTTWALD, 2010), principalmente por não haver fontes de resistência à doença e ao inseto vetor nas variedades cultivadas comercialmente (BELASQUE JR, 2017). Segundo o Fundecitrus (2021), a média de laranjeiras infectadas pelo HLB tem aumentado, alcançando 22,37% no ano de 2021 no cinturão de São Paulo, no Triângulo e Sudeste de Minas Gerais, o equivalente a 43,4 milhões de árvores doentes.

Associado as bactérias gram-negativas não cultiváveis em laboratório e restritas ao floema, o HLB é considerada uma doença presente em praticamente todos os países produtores de citros (YAMAMOTO; ALVES; BELOTI, 2014). Está



relacionada a três espécies: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus* e *Candidatus Liberibacter africanus* (Bové, 2006).

Após a infecção pela bactéria, as plantas doentes deterioram-se perdendo rapidamente seu potencial produtivo (COSTA et al, 2021). Entre os sintomas observados nas plantas infectadas estão a clorose severa, mosqueado nas folhas, desfolhamento, queda de flores e frutos, geração de frutos deformados e com sabor indesejado, além da produção de sementes abortadas (BOVÉ, 2006; DA GRAÇA, 1991; JUNIOR, 2006).

O processo de disseminação das bactérias se dá principalmente pelos insetos vetores *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyllidae), transmissor das bactérias *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus* ocorrendo na Ásia e nas Américas, e o psílideo *Trioza erythrae* Del Guercio, 1918 (Hemiptera: Triozidae) presente na África, responsável pela transmissão da *Ca. L. africanus* (BOVÉ, 2006; LOPES et al. 2015; HALBERT; MANJUNATH, 2004). Além da disseminação pelos psíldeos, a contaminação das plantas pode ocorrer através da enxertia mediante uso de materiais de propagação vegetativa infectados (LOPES, 2009).

Segundo Bové (2006), as bactérias associadas ao HLB são adquiridas pelas ninfas e adultos de *D. citri* quando se alimentam da seiva do floema da planta infectada. Insetos infectivos transmitem a bactéria através da saliva excretada durante a alimentação no floema de plantas não infectadas.

Tendo em vista a falta de medidas curativas (LI et al. 2020), o controle da HLB é realizado majoritariamente através do manejo químico da população do inseto vetor, erradicação das plantas sintomáticas (Bassanezi et al. 2010) e a utilização de mudas advindas de viveiros certificados livres do patógeno (GRAFTON-CARDWELL; STELINSKI; STANSLY, 2013).

No Brasil, o HLB já foi notificado em cinco estados: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Santa Catarina; sendo a Bahia considerada uma área livre da doença (SANCHES et al. 2018; ABREU et al. 2020; DOU, 2019; CIDSAC, 2022). Segundo Oliveira (2013), caso ocorra a introdução do HLB na Bahia, estima-se que o impacto negativo na produção seja detectado a partir do terceiro ano de ocorrência da doença, podendo alcançar redução de 60% da produção no nono ano,

com prejuízos aproximados de R\$ 2 bilhões no período de 20 anos caso não haja o estabelecimento de ações de controle da doença.

De acordo com a Carta do Cabula, em áreas sem a presença do patógeno, é sugerido o estabelecimento de medidas que auxiliem na prevenção e antecipação do controle da HLB através do fomento de pesquisas que elucidem o processo de disseminação da doença, resultando na produção de tecnologias que retardem o avanço da HLB no Nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2011).

Estratégias de manejo comportamental de insetos têm sido uma interessante alternativa para detecção precoce, monitoramento, redução populacional de pragas e redução da disseminação de doenças, além de diminuir a alta dependência do uso agrotóxicos (LOPES et al., 2015; KHAN; PICKETT, 2008; SILVA et al., 2023).

Desenvolvido inicialmente por Pyke et al. (1987) para controle de *Helicoverpa* spp. e por Miller e Cowles (1990) para o manejo de *Delia antiqua* (YAN, 2014). O sistema de manejo comportamental 'push' and 'pull' (repelir e atrair) tem sido adotado de forma crescente na África subsaariana por ser uma tecnologia de controle da *Busseola fusca* e *Chilo partellus* eficiente e de baixo custo (MIDEGA et al. 2015; KHAN et al. 2014). Baseia-se na modificação do comportamento do inseto praga através de estímulos, manipulando a sua quantidade e distribuição na lavoura. O 'push' (repelência) pode ser promovido através de barreiras, repulsão ou estímulos visuais que dissimulam as plantas de interesse econômico. Atuando de forma contrária, o 'pull' (atração), caracteriza-se pela utilização de grandes influências aparentes e atrativas para regiões distantes da área de cultivo, concentrando os indivíduos em uma região, facilitando o manejo da praga (KHAN; PICKETT, 2008).

A necessidade de estabelecer estratégias mitigadoras do impacto a ser causado pelo HLB na citricultura baiana, na iminência de sua introdução no estado, é premente. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento de adultos de *D. citri* em microcosmos heterogêneos de citros associados a diferentes espécies vegetais (arruda, cajueiro, mangueira e murta). Espera-se que a elucidação do comportamento de dispersão do inseto nessas condições possa contribuir para a elaboração de futuras configurações de cultivo que favoreçam o manejo da *D. citri* na Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em telado antiafídico na Embrapa Mandioca e Fruticultura, no período de março de 2023 a maio de 2023, em Cruz das Almas- BA, Latitude: 12°39'11"S, Longitude: 39°07'19"W, Altitude: 220m (CIDADE BRASIL, 2019). Segundo a tipologia climática de Köppen, o clima anual da região é enquadrado no grupo af, a temperatura média do mês mais quente, que corresponde ao mês de março é de 25,5°C, já a média do mês de junho, o mês mais frio, é de 21,2°C (CLIMATE-DATA, 2021).

### Obtenção e manutenção das plantas

Plantas sadias de laranja doce cv.Pera D6 (*Citrus sinensis* L.) sobre porta-enxerto limoeiro Cravo Santa Cruz (*Citrus limonia* L.) foram utilizadas no experimento, associadas ou não a espécies interferentes [ arruda (*Ruta graveolens*, L.), cajueiro (*Anacardium occidentale*, L.), mangueira (*Mangifera indica*, L.) e murta (*Murraya paniculata*, L.)]

As plantas de citros e das espécies interferentes, foram obtidas na Embrapa Mandioca e Fruticultura. As mudas foram mantidas em telado sombreado fechado recebendo todos os tratamentos culturais necessários (adubação via solo e foliar, irrigação, aplicação de detergente a 5% para controle de pragas, podas e esscarificação do substrato) durante o período do experimento.

### Obtenção dos insetos

Os insetos foram obtidos no Laboratório de Entomologia na Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo criados em gaiolas de tela antiafídica com dimensões de 47 cm x 47 cm x 47 cm (comprimento x largura x profundidade) estruturadas em material PVC com as laterais em plástico transparente. As gaiolas ficaram dispostas em prateleiras da sala de criação com condições do ambiente controladas, com temperatura de 26° ± 2 °C, umidade de 60 ± 5% e fotoperíodo de 14 horas de iluminação (à base de luz LED) e 10 horas de escuro.

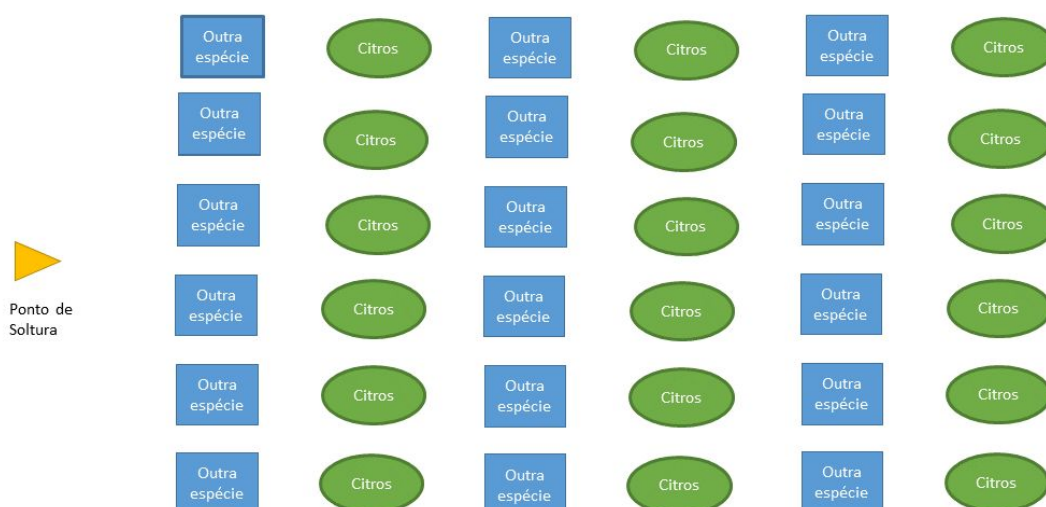
Para criação de *D. citri* foram usados 150 insetos adultos por gaiola, contendo entre 3 a 4 plantas de murta [*Murraya paniculata* (L.) Jack], as quais foram podadas previamente com o intuito de induzir novas brotações a fim de promover maior taxa

de reprodução dos insetos (YAMAMOTO; MIRANDA, 2009). A cada 15 dias, com o auxílio de um aspirador de sucção bucal, os insetos eram realocados para gaiolas com mudas revitalizadas possibilitando a repetição do processo de criação (SKELLEY; HOY 2004).

### Experimento de dispersão

Os ensaios de dispersão ocorreram em dois compartimentos de telado antiafídico com dimensões de 2,5 m de largura, 4,5 m de comprimento e 3 m de altura. Cada compartimento conteve tratamentos distintos denominados de homogêneo (apenas plantas de citros) e heterogêneo (plantas de citros associadas a espécies interferentes). Para aludir à uma representação diminuta de um pomar de citros, utilizou-se o termo “microcosmo”.

Para cada microcosmo heterogêneo, foram empregadas 18 plantas de uma das espécies interferentes e 18 plantas de citros intercaladas em fileiras horizontais ao ponto de soltura dos insetos, sendo essas configurações denominadas de intercalar barreira (Figura 1).



**Figura 1.** Croqui do microcosmo heterogêneo, constituído por mudas de citros intercaladas com plantas interferentes.

Como tratamento controle (microcosmo homogêneo), foram usadas apenas plantas de citros (36 plantas) na mesma disposição presente no microcosmo heterogêneo (Figura 2). Para ambos os tratamentos, o espaçamento utilizado foi de 0,60 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas, representação reduzida do espaçamento recomendado para o estabelecimento de pomares da cultivar Pera (EMBRAPA, 2005).



**Figura 2.** Croqui do microcosmo homogêneo, constituídas por mudas de citros.

Os insetos foram liberados a 1 metro de distância da primeira fileira de plantas para simular a entrada dos adultos de *D. citri* no pomar, sendo posicionado na extremidade de menor dimensão do telado. O dispositivo de soltura de *D. citri* ficou suspenso a 1,5 m de altura, posicionado com a abertura diagonalmente voltada para baixo.

Em sequência, por tratamento, foram liberados 100 insetos adultos de *D. citri* sem distinção de sexo e/ou idade por microcosmo em cada tratamento. Os insetos foram coletados com o auxílio de um aspirador bucal.

Foi contabilizado o número de adultos de *D. citri* encontrados em cada planta por tratamento, com avaliações em intervalos de 24, 48, 72 e 96 horas após liberação dos insetos, observando a dispersão e o potencial de migração de *D. citri* no sistema. As variáveis observadas foram o número de insetos encontrados nas plantas de citros e nas espécies interferentes, e o número de insetos migrantes putativos (supostos migrantes) que foi inferido através da subtração da quantidade total de insetos encontrados nas plantas de citros e/ou nas plantas interferentes e o total de insetos liberados no microcosmo.

Ao final do período de avaliações, as plantas eram retiradas do telado e pulverizadas com uma solução de detergente a 5% para desinfestação das mudas. Após 3 dias de quarentena, elas eram devolvidas para o telado sombreado, onde permaneciam por um período de 7 dias de recuperação até estarem aptas a serem usadas novamente.

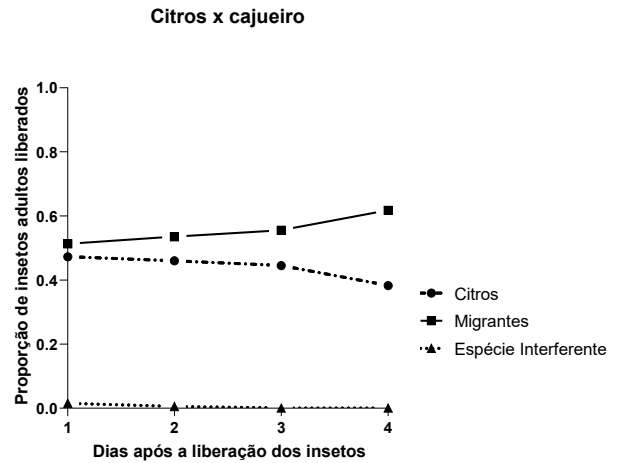
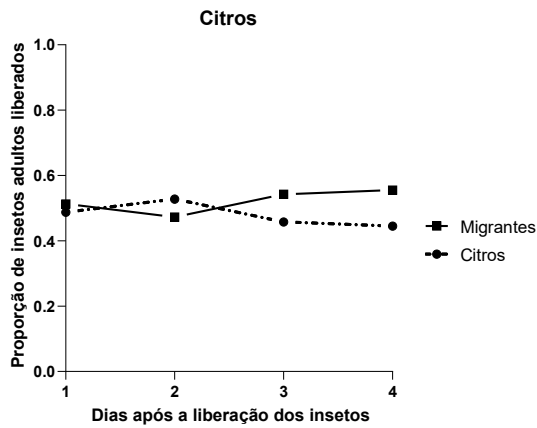
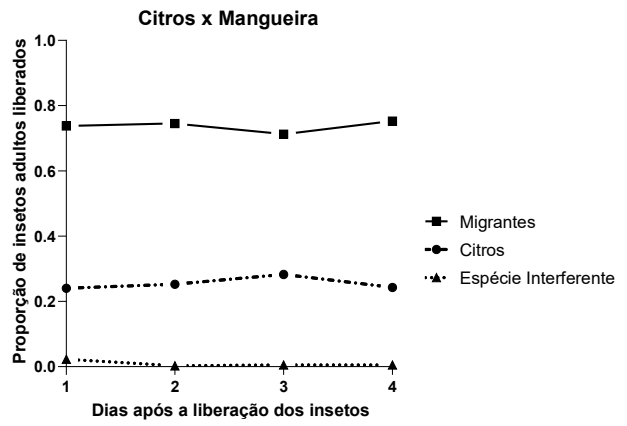
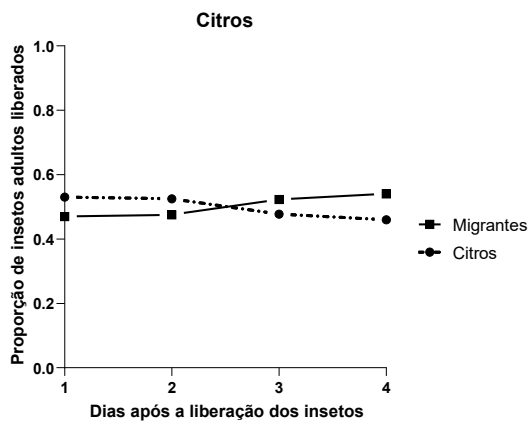
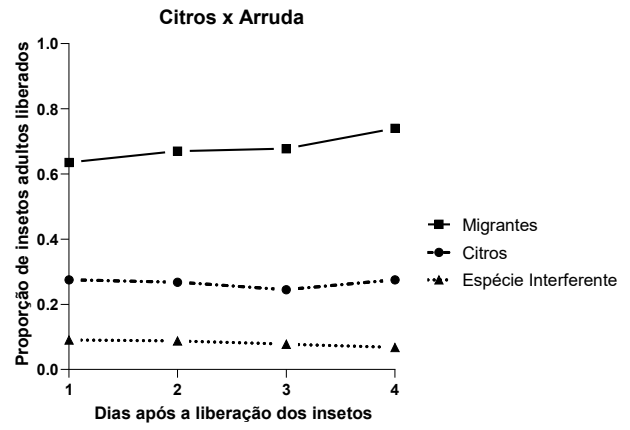
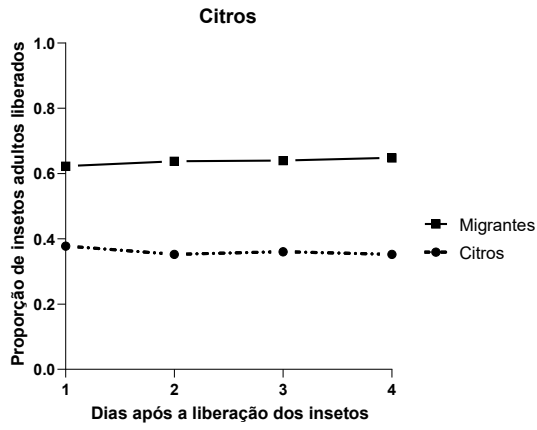
O delineamento do experimento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, onde o número total de insetos foi sujeito teste de Shapiro-Wilk para análise de normalidade dos resíduos e de Bartlett para a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas as duas pressuposições da estatística paramétrica, aplicou-se a análise de variância ( $p < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com auxílio do programa estatístico R 4.2.3 (R Development Core Team, 2023).

Após aquisição dos dados, foram realizados cálculos relacionando a quantidade de insetos liberados e a quantidade de insetos presentes no microcosmo, entre eles o potencial “*push-and-pull*” (PP), o qual foi obtido através da relação entre o número de insetos migrantes no microcosmo heterogêneo e o número de insetos migrantes no microcosmo homogêneo, sendo o valor  $PP > 1$  indicando o efeito de repelência gerado pelas plantas interferentes,  $PP = 1$  apontando que não houve ação de repelência ou atração promovido pelas plantas interferentes e  $PP < 1$  retratando a atração do inseto pelas plantas interferentes.

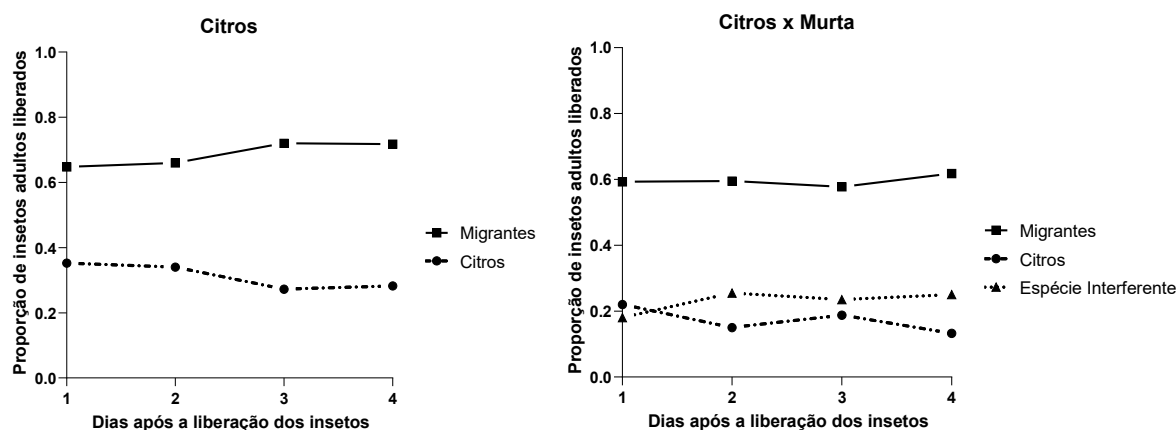
Calculou-se também o índice de atratividade (BALDIN; LARA, 2001) através da fórmula  $IA = 2T/(T+P)$ , tendo  $T = n^{\circ}$  de insetos nas plantas interferentes e  $P = n^{\circ}$  de insetos encontrados nas plantas hospedeira. Os resultados obtidos para os valores de IA variam de zero a dois, sendo que  $IA = 1$  – remete à atração similar entre a planta interferente e planta hospedeira;  $IA < 1$  – representando a menor atração pela planta interferente; e  $IA > 1$  – denotando a maior atração do inseto pela planta interferente em relação à planta hospedeira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos (Figura 3) denotam os hábitos comportamentais de dispersão de *D. citri* para cada um dos diferentes microcosmos formados por plantas de laranja doce (*Citrus sinensis*) enxertado em limoeiro Cravo Santa Cruz (*Citrus limonia*), associados ou não a espécies de plantas consideradas interferentes: arruda (*Ruta graveolens*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), murta (*Murraya paniculata*) e mangueira (*Mangifera indica*), apresentando as proporções dos insetos que supostamente saíram do microcosmo (migrantes), dos que permaneceram no microcosmos (remanescentes) e dos insetos encontrados nas plantas interferentes.







**Figura 3.** Proporção média de adultos de *D. citri* em plantas de citros, plantas interferentes e indivíduos migrantes, em microcosmos heterogêneos: constituídos por mudas de citros associadas com *A. arruda*, *B. mangueira*, *C. cajueiro*, *D. murta* e seus respectivos controles (microcosmo homogêneo, formado apenas por plantas de citros).

Analisando a interação entre *D. citri* e as plantas de citros no microcosmo heterogêneo de arruda e manga, constatou-se que o efeito de interferência foi manifestado desde o primeiro dia de avaliação para ambos os tratamentos. A porcentagem média de adultos de *D. citri* encontrados em plantas de citros foi de 26,5 e 25,4%, respectivamente, para arruda e manga, significativamente menor (citros e arruda:  $F= 33,68$ ;  $P = 2,42E-06$ ; citros e manga:  $F=53,559$ ;  $P= 3.7667e-08$ ) do que, os correspondentes tratamentos controle, que apresentaram valores de 36,31% e 49,81%.

No tratamento com interferência do cajueiro não foi possível constatar diferença significativa ( $F= 2,80$ ;  $P=0,1045$ ) na proporção de insetos encontrados em plantas de citros (44%) quando relacionado ao seu respectivo controle (47,94%).

Referente à proporção média de insetos encontrados em plantas de citros no microcosmo heterogêneo com murta, observou-se diferença significativa quando comparado ao microcosmo homogêneo ( $F=17,30$ ;  $P=2,45E-03$ ), com proporções respectivas de 17,44% e 31,19%.

Também pôde-se observar que com a interferência da murta, ocorreu uma crescente movimentação na quantidade de indivíduos de *D. citri* que migraram das plantas de citros para as plantas da espécie interferente a partir do segundo dia de

avaliação, alcançando a inversão na quantidade de insetos encontrados nas plantas de citros de 22,75% a 13,25% e nas plantas de murta de 18% a 25%. De acordo com DAMSTEEGT et al. (2010) As plantas de murta são caracterizadas como hospedeiros transientes das bactérias associadas ao HLB, onde, quando encontradas plantas infectadas, apresentam baixa titulação do patógeno em murta, sendo consideradas hospedeiros não favorável a multiplicação do patógeno (LOPES et al., 2010). Segundo Tomaseto et al. (2019), plantas de murtas utilizadas como cultivo isca tratadas com tiametoxam atuou como um “sumidouro” de *D. citri*, atraindo e matando os psilídeos, com a mortalidade próxima a 100%.

Referente ao número de migrantes putativos, foi possível observar a redução dos adultos de *D. citri* em todos os microcosmos durante o período de avaliação, porém, o tratamento de citros associado à mangueira obteve acentuado valor médio ( $F= 34,495$ ;  $P= 3,5229e-06$ ) de insetos migrantes de 73,69%. Diferentemente, os microcosmos com interferência de arruda, murta e cajueiro apresentaram menores porcentagens de insetos migrantes, correspondentes a 65,37, 59,56 e 55,5%, respectivamente. Segundo Santos (2018), a disseminação do HLB em plantas de citros está diretamente correlacionada a população de *D. citri* presente nos pomares. Nesumi et al. (2002), observou que em ensaios de dispersão do HLB em pomares novos de citros (3 anos), a porcentagem de plantas com sintomas da doença em dois tratamentos de citros intercalados com mangueira foi de 3 e 19,7%, em contraste, o monocultivo de citros obteve 76,3% no mesmo período, evidenciando os efeitos positivo da mangueira sobre o comportamento da *D. citri* como fator interessante ao retardo do avanço da doença em pomares de citros.

Sobre a proporção de insetos encontrado nas plantas interferentes, apenas os microcosmos heterogêneos citros-murta e citros-arruda apresentaram valores consideráveis em relação aos demais microcosmos, com variação entre a primeira e última avaliação de respectivamente 18% a 25% e de 9% a 6,75% dos insetos liberados encontrados nas plantas interferentes.

Através do índice “*Push and Pull*” é possível inferir o tipo de interação que determinado exemplar vegetal promove sobre um inseto (repelência ou atração), com os resultados obtidos foram gerados gráficos referente ao índice “*Push and Pull*” de cada espécie interferente com seu respectivo erro padrão (Figura, 4).

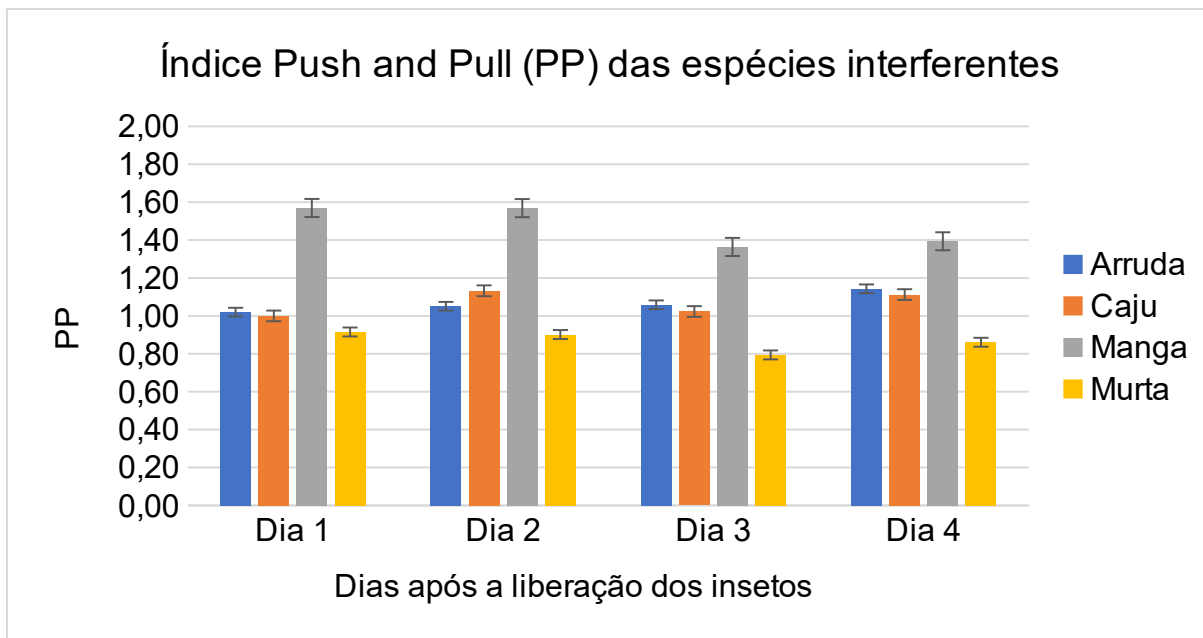
Entre os tratamentos avaliados, notou-se maior expressão dos migrantes putativos no microcosmo heterogêneo de citros-mangueira, onde a mangueira promoveu o efeito de repelência (*push*) desde o primeiro dia de avaliação (24 horas depois da liberação dos insetos) com  $PP > 1$  e valores médios variando entre 1,57 e 1,39 durante a primeira e a última avaliação. Segundo Gottwald et al. (2010), voláteis de plantas com ação repelente têm grande significância no manejo de pragas, onde, no Vietnã, plantas de Citros interagindo com goiabeira (*Psidium guajava* L.), planta repelente a *D. citri* (JUNIOR et al., 2010), tiveram maior longevidade (em alguns casos acima de 15 anos) quando comparada aos monocultivos de Citros (2-4 anos). Também é relatada a redução da população de *D. citri* no Japão e na Austrália em plantios de citros intercalados com plantas de goiabeira quando comparada às áreas de monocultivos de Citros (GOTTWALD et al., 2010).

Resultados que expressam potencial repelente também foram observados no microcosmo heterogêneo de citros-arruda, que apresentou  $PP > 1$  com variação média de 1,02 a 1,14 durante o período de avaliação, evidenciando a ocorrência de maiores quantidades de insetos que migraram do microcosmo heterogêneo em relação à quantidade de insetos migrantes no microcosmo homogêneo.

Sob a interferência do cajueiro, os valores do índice "*Push and Pull*" variaram entre 1 a 1,11, expressando ação repelente ( $PP > 1$ ) a partir do segundo dia de avaliação. Tendo em vista que a localização e seleção dos insetos por plantas hospedeiras adequadas também é influída pela percepção olfativa (Bruce et al. 2005), tal comportamento pode estar relacionado com a interação da *D. citri* com os voláteis emitidos pelas plantas de cajueiro (Terpenoides), onde em bioensaio de olfatométrie utilizando olfatômetro de quatro braços, no qual um dos braços foi tratado com voláteis de cajueiro e os demais utilizados como tratamento controle (n-hexano), foi observado que os adultos de *D. citri* permaneceram significativamente mais tempo no braço controle (n-hexano) do olfatômetro quando comparado a secção tratada com voláteis de cajueiro (FANCELLI et al., 2018a).

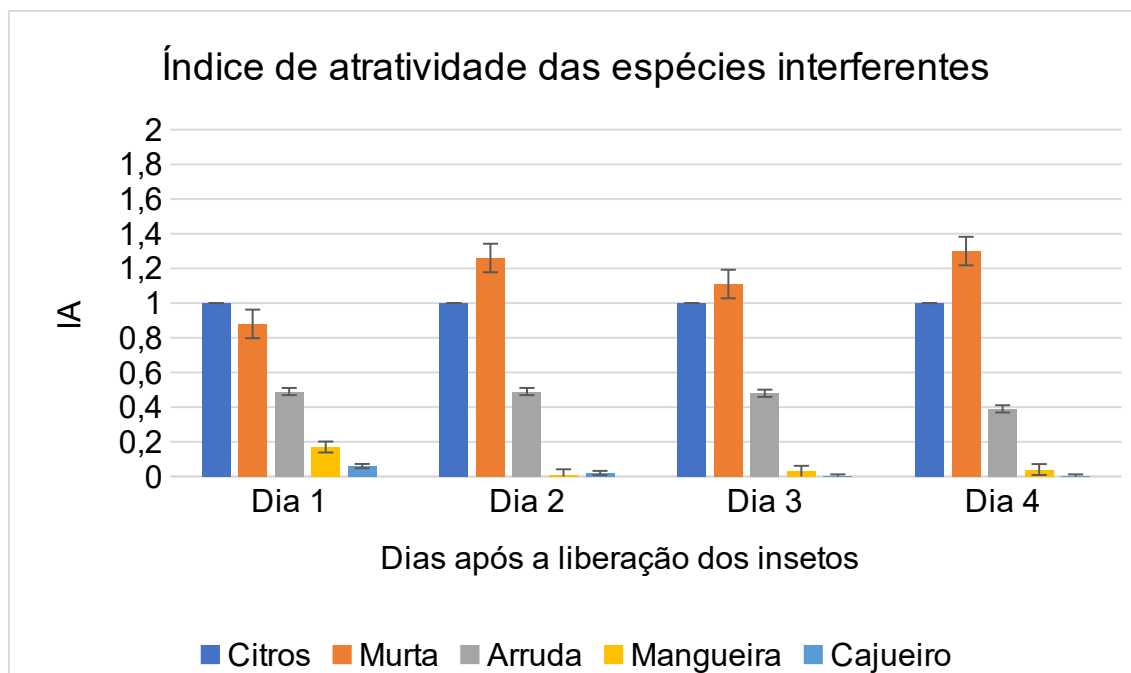
Valores de  $PP < 1$  foram verificados no microcosmo heterogêneo de citros e murta, confirmando o potencial "*Pull*" (atração) da espécie interferente, com variação do índice de 0,92 a 0,83, mantendo valores abaixo de 1 durante todo o decorrer do experimento. Tais resultados condizem com as observações feitas por Tomaseto et

al (2019), que ao utilizar murta como planta armadilha em pomares de citros recém estabelecidos, observaram a redução na quantidade de psíldeos encontrados nas plantas de citros em 83%.



**Figura 4.** Índice “push and pull” obtido para cultivo de citros associados a diferentes espécies interferentes (microcosmos heterogêneos) de acordo com os dias após a liberação de adultos de *Diaphorina citri* e seus correspondentes erros padrões.

Com base nos índices de atratividade das plantas hospedeiras e interferentes de cada ensaio (figura 5), constatou-se que os valores obtidos para todas as interferentes ficaram abaixo de 1, com exceção da espécie interferente de murta, que propiciou maior valor na última avaliação IA=1,3.



**Figura 5.** Índice de atratividade obtido para adultos de *Diaphorina citri* em microcosmos contendo espécies interferentes em cada dia de avaliação com seus respectivos erros padrões.

As espécies interferentes cajueiro e mangueira expressaram valores de  $IA < 1$ , o que indica a não atratividade das espécies sobre *D. citri*, com a variação média nos valores de IA entre a primeira e última avaliação de, respectivamente, 0,06 a 0 e 0,17 a 0,04.

A espécie interferente arruda apresentou  $IA < 1$ , apontando para baixa atratividade dos adultos de *D. citri* à planta de arruda, apresentando valores médios de IA que variaram entre 0,49 a 0,39 ao decorrer das avaliações. Nos estudos realizados por Albuquerque (2020), foi constatado maior velocidade de resposta dos adultos de *D. citri* aos voláteis de arruda, porém quanto à atratividade, não houve diferença estatística no percentual de respostas dos insetos à arruda constrastadas a planta de citros em olfatômetro Y.

De forma oposta, a planta interferente murta apresentou valores de  $IA > 1$ , com variação no índice de atratividade de 0,88 a 1,3, apresentando maior potencial atrativo no último dia de avaliação. Resultados sobre a influência das plantas de murta sobre *D. citri* também foram constatadas por Fancelli et al. (2018), onde, em testes de olfatometria utilizando *M. paniculata* como um dos tratamentos e solvente hexano como controle, observaram maior tempo de residência da *D. citri* na secção

com presença da murta. A utilização de plantas interferente no manejo de pragas tem-se mostrado

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o microcosmo com interferência de mangueira e arruda influem na redução da quantidade de adultos de *D. citri* encontrados em plantas de citros, promovendo a ação '*push*' (repelência), no entanto, a interferência da mangueira promove maior comportamento migratório sobre os insetos de *D. citri* no sistema.

A interferência da murta na associação com citros contribui para maior permanência dos psílídeos no sistema, contudo, devida a sua forte ação '*pull*' (atração) sobre *D. citri*, proporciona redução na quantidade de insetos encontrados nas plantas de citros, sendo indicada para uso em sistema de manejo comportamental como é o caso do *push-and-pull* (repele e atrai).

## REFERÊNCIAS

ABREU, E. F. M. et al. First Report of HLB Causal Agent in Psyllid in State of Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 5, p. 780–782, 1 out. 2020a.

ABREU, E. F. M. et al. First report of HLB causal agent in psyllid in state of bahia, brazil. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 5, p. 780–782, 1 out. 2020b.

ADAIME DA, R.; LUIS, A. Pragas do citros no estado do Amapá. **FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL DE GARÇA/FAEF**, 7 jun. 2005.

ALBUQUERQUE THALITA DE F. **Potencial de *Ruta graveolens* (Rutaceae) como planta-isca visando ao manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em citros**. Piracicaba: [s.n.].

ARGÔLO RAMON DA S. **Dispersão de *Diaphorina citri*, vetor do HLB dos citros, em microcosmos e comportamento migratório entre plantas hospedeiras e interferentes**. Cruz das Almas: [s.n.].

ATIHE JUNIOR, J.; ALBERTO PINO, F. Occurrence of citrus Huanglongbing (greening) disease in araraquara region, brazil. v. 27, p. 251–262, 2006.

BALDIN, E. L. L.; FERNANDO, E.; LARA, M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 675–679, dez. 2001.

BELASQUE JOSÉ et al. Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology, C**, v. 31, p. 53–64, 2010.

BEOZZO BASSANEZI, R. et al. Epidemiologia do Huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 12–23, 2010.

BOVÉ, J. M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v. 88, n. 1, p. 1, 2006.

BRUCE, T. J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Insect host location: A volatile situation. **Trends in Plant Science**, v. 10, n. 6, p. 269–274, 2005.

CIENTÍFICA, C. et al. Citricultura brasileira: efeitos econômicos-financeiros, 1999-2000. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 432–436, 1996.

CIDASC. Cidasc reforça ações contra o greening (HLB), 2023. Disponível em: <<https://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2022/10/19/cidasc-reforca-acoes-contra-o-greening-hlb/>>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

CITRUSBR. Exportações brasileiras de suco de laranja – mundo, 2023. Estatística. Disponível em: <<https://citrusbr.com/estatisticas/exportacoes/>>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

CLIMATE DATA. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/cruz-das-almas-43358/>>. Acesso em: 25 Maio 2023.

COSTA, U.; ALMEIDA, D. E. **Bahia: polos citrícolas, trânsito vegetal e riscos da introdução do Huanglongbing dos citros**. Cruz das Almas: [s.n.].

CRUZ C et al. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: [s.n.].

CRUZ C. C. **Bahia: polos citrícolas, trânsito vegetal e riscos da introdução do Huanglongbing dos citros**. Cruz das Almas: Universidade do Recôncavo da Bahia, 2012.

DA COSTA, G. V. et al. Economic impact of Huanglongbing on orange production. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 3, 2021.

DA GRW, V. Citrus greening disease. **Phytopathol**, v. 29, p. 109–145, 1991.

DADAZIO, T. S. et al. Incidência de Huanglongbing (Greening) em áreas de citrus no município de Espírito Santo do Turvo, SP. **Citrus Research & Technology**, v. 39, 2018.

DAMSTEEGT, V. D. et al. *Murraya paniculata* and related species as potential hosts and inoculum reservoirs of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”, causal agent of Huanglongbing. **Plant Disease**, v. 94, n. 5, p. 528–533, maio 2010.

EDUARDO, W. I. et al. Push-pull and kill strategy for *Diaphorina citri* control in citrus orchards. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 171, n. 4, p. 287–299, 1 abr. 2023.

EMBRAPA. **Huanglongbing: ameaça iminente à citricultura do Nordeste brasileiro**. Salvador: [s.n.].

FANCELLI, M. et al. Attractiveness of Host Plant Volatile Extracts to the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*, is Reduced by Terpenoids from the Non-Host Cashew. **Journal of Chemical Ecology**, v. 44, n. 4, p. 397–405, 1 abr. 2018a.

FANCELLI, M. et al. Attractiveness of Host Plant Volatile Extracts to the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*, is Reduced by Terpenoids from the Non-Host Cashew. **Journal of Chemical Ecology**, v. 44, n. 4, p. 397–405, 1 abr. 2018b.

FAO. **Citrus fruit fresh and processed statistical bulletin 2020**. Rome: [s.n.].

FILHO HERMES P. S.; MAGALHÃES ANTONIA F. DE J; COELHO YGOR DA S. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: [s.n.].

FUNDECITRUS. **Levantamento da incidência das doenças dos citros: greening, cvc e cancro cítrico no cniturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Araraquara: [s.n.]. Disponível em: <[www.fundecitrus.com.br](http://www.fundecitrus.com.br)>.

GOTTWALD, T. R. et al. Investigations of the Effect of Guava as a Possible Tool in the Control/Management of Huanglongbing. **International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010)**, v. 17, n. 17, 2010a.



GOTTWALD, T. R. et al. Investigations of the Effect of Guava as a Possible Tool in the Control/Management of Huanglongbing. **International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010)**, v. 17, n. 17, 2010b.

GOTTWALD, T. R. Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing. **Annual Review of Phytopathology**, v. 48, p. 119–139, 8 set. 2010.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; STELINSKI, L. L.; STANSLY, P. A. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. **Entomol**, v. 58, p. 413–432, 7 jan. 2013.

HALBERT, S. E.; MANJUNATH; KEREMANE L. Asian citrus psyllids (sternorrhyncha: psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in florida. **Florida Entomological Society**, v. 3, p. 330–353, 2004.

HALBERT, S. E.; MANJUNATH; KEREMANE L. ASIAN CITRUS PSYLLIDS (STERNORRHYNCHA: PSYLLIDAE) AND GREENING DISEASE OF CITRUS: A LITERATURE REVIEW AND ASSESSMENT OF RISK IN FLORIDA. [s.d.].

JUNIOR NEWTON CAVALCANTI DE NORONHA. **Huanglongbing (HLB) dos citros e estratégias de manejo visando prevenção e controle**. Piracicaba: Universidade de São Paulo escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

KHAN, Z. R. et al. **Achieving food security for one million sub-Saharan African poor through push-pull innovation by 2020**. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 5 abr. 2014a.

KHAN, Z. R. et al. **Achieving food security for one million sub-Saharan African poor through push-pull innovation by 2020**. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 5 abr. 2014b.

KHAN, Z. R.; NAIROBI, K.; PICKETT, J. A. Push-pull strategy for insect pest management. **Encyclopedia of Entomology**, p. 1–11, 2008.

LI, S. et al. Citrus greening: Management strategies and their economic impact. **HortScience**, v. 55, n. 5, p. 604–612, 1 maio 2020a.

LI, S. et al. Citrus greening: Management strategies and their economic impact. **HortScience**, v. 55, n. 5, p. 604–612, 1 maio 2020b.

LOPES, J. S. et al. **Psilídeo-asiático-dos-citros, Diaphorina citri Kuwayama**. [s.l: s.n.].

LOPES, S. A. et al. Graft transmission efficiencies and multiplication of “*Candidatus liberibacter americanus*” and “*Ca. liberibacter asiaticus*” in citrus plants. **Phytopathology**, v. 99, n. 3, p. 301–306, mar. 2009a.

LOPES, S. A. et al. Graft transmission efficiencies and multiplication of “*Candidatus liberibacter americanus*” and “*Ca. liberibacter asiaticus*” in citrus plants. **Phytopathology**, v. 99, n. 3, p. 301–306, mar. 2009b.

LOPES, S. A. et al. Liberibacters associated with orange jasmine in Brazil: Incidence in urban areas and relatedness to citrus liberibacters. **Plant Pathology**, v. 59, n. 6, p. 1044–1053, dez. 2010.

LOPES-DA-SILVA, M.; MARTINS, O. M.; SANCHES, M. M. **Levantamento de Huanglongbing (HLB) em citros no Brasil e diagnose dos agentes etiológicos**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/327476928>>.

MÁRIO, J. et al. **Estimativa dos impactos econômicos decorrentes de eventual introdução do Huanglongbing (HLB) no estado da Bahia** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP. [s.l: s.n.].

MIDEGA, C. A. O. et al. Ecological management of cereal stemborers in African smallholder agriculture through behavioural manipulation. **Ecological Entomology**, v. 40, n. S1, p. 70–81, 1 set. 2015a.

MIDEGA, C. A. O. et al. Ecological management of cereal stemborers in African smallholder agriculture through behavioural manipulation. **Ecological Entomology**, v. 40, n. S1, p. 70–81, 1 set. 2015b.

MILLER, J. R.; COWLES, R. S. **Stimulo-deterrent diversion: a concept and its possible application to onion maggot control** Journal of Chemical Ecology. [s.l: s.n.].

MILLER, J. R.; COWLES, R. S. Stimulo-deterrent diversion: a concept and its possible application to onion maggot control. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, n. 11, p. 3198–3212, 30 jun. 1990b.

NESUMI, H. et al. Case study on spreading of greening (Huanglongbing) disease into New citrus orchards in tan phu thanh village (Chau Thanh district, Can Tho). p. 106–113, [s.d.].

PYKE BRUCE; RICE MARTIN; ZALUCKI MYRON. The push-pull strategy - Behavioural control of Heliiothis. [s.d.].

SKELLEY, L. H.; HOY, M. A. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. **Biological Control**, v. 29, n. 1, p. 14–23, 2004.

TOMASETO, A. F. et al. Orange jasmine as a trap crop to control *Diaphorina citri*. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, 1 dez. 2019a.

TOMASETO, A. F. et al. Orange jasmine as a trap crop to control *Diaphorina citri*. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, 1 dez. 2019b.

USDA. **Citrus: world markets and trade**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://public.govdelivery.com/accounts/USDAFAS/subscriber/new>>.

YAMAMOTO, P. T.; RODRIGUES ALVES, G.; BELOTI, V. H. Manejo e controle do Huanglongbing (HLB) dos cítricos Management and control of the citrus Huanglongbing (HLB). **Investig. Agrar**, v. 16, n. 2, p. 69–82, 18 dez. 2014.

YAN, H. et al. The push–pull strategy for citrus psyllid control. **Wiley Online Library**, v. 71, n. 7, p. 893–896, 19 nov. 2014.

YAN, H.; ZENG, J.; ZHONG, G. The push-pull strategy for citrus psyllid control. **Pest Management Science**, v. 71, n. 7, p. 893–896, 19 nov. 2015a.

YAN, H.; ZENG, J.; ZHONG, G. The push-pull strategy for citrus psyllid control. **Pest Management Science**, v. 71, n. 7, p. 893–896, 19 nov. 2015b.

ZULIAN, A.; DÖRR, A. C.; ALMEIDA, S. C. Citricultura e o agronegócio cooperativo no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 11, n. 11, p. 2292–2306, 3 jun. 2013a.

ZULIAN, A.; DÖRR, A. C.; ALMEIDA, S. C. Citricultura e agronegócio cooperativo no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 11, n. 11, 3 jun. 2013b.

