

Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gestão Territorial
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6

Identificação dos locais mais
vulneráveis à entrada de
Prodiplosis longifila (Diptera:
Cecidomyiidae) no Brasil

Rafael Mingoti
Wilson Anderson Holler
Elio Lovisi Filho
Mayra Abboudi Brasco
Maria Conceição Peres Young Pessoa
Luiz Alexandre Nogueira de Sá
Claudio Aparecido Spadotto
André Rodrigo Farias
Jeanne Scardini Marinho-Prado

Embrapa Gestão Territorial
Campinas, SP
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gestão Territorial

Av. Soldado Passarinho, 303, Jardim Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP, Brasil
Fone: +55 (19) 3211-6200
www.embrapa.br/gestao-territorial
sac@embrapa.br

**Comitê de Publicações da
Embrapa Gestão Territorial**

Presidente: *Mirian Therezinha Souza da Eira*
Secretária-Executiva: *Rosângela Galon Arruda*
Membros: *Alba Chiesse da Silva*
Helena Sicoli
Ivan Sérgio Freire de Sousa
Eliane Gonçalves Gomes Assunta
Rosana Hoffman Câmara
Chang das Estrelas Wilches
Marita Féres Cardilo
Otávio Valentim Balsadi
Jeane de Oliveira Dantas

Supervisão editorial: *Erika do Carmo Lima
Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Alexandre
Conceição*
Editoração eletrônica: *Alexandre Conceição*

1ª edição

1ª impressão (2017): versão on-line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Gestão Territorial

Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodioplosis
longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil / Rafael Mingoti [et al.].
Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017.

29 p. : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Gestão Territorial, ISSN 2317-8779 ; 6).

1. Gestão territorial. 2. Análises espaciais. 3. Defesa fitossanitária.
4. Praga quarentenária. 5. Agricultura. I. Mingoti, R. II. Holler, W. A. III.
Lovisi Filho, E. IV. Brasco, M. A. V. Pessoa, M. C. P. Y. VI. Sá, L. A. N. VII.
Spadotto, C. A. VIII. Farias, A. R. IX. Marinho-Prado, J. S. X. Título. XI.
Série.

CDD 632.93

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo.....	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	18
Conclusões	23
Referências.....	24

Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil

*Rafael Mingoti*¹

*Wilson Anderson Holler*²

*Elio Lovisi Filho*³

*Mayra Abboudi Brasco*⁴

*Maria Conceição Peres Young Pessoa*⁵

*Luiz Alexandre Nogueira de Sá*⁶

*Claudio Aparecido Spadotto*⁷

*André Rodrigo Farias*⁸

*Jeanne Scardini Marinho-Prado*⁹

Resumo

Prodiplosis longifila (Gagné) (Diptera: Cecidomyiidae) é uma praga que causa sérios danos aos cultivos de limão, tomate, batata, algodão, abacate, alcachofra, laranja, tangerina e feijão. Essa mosca neotropical, considerada praga quarentenária ausente (A1) no Brasil, já está presente na Colômbia e no Peru. Diante da proximidade do inseto ao território nacional é necessário prover mecanismos de planejamento

¹ Engenheiro agrônomo, Dr. em Ciências, Analista da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: rafael.mingoti@embrapa.br

² Engenheiro cartógrafo, Esp. Geoprocessamento, Analista da Embrapa Florestas. E-mail: wilson.holler@embrapa.br

³ Analista de sistema, MSc. em Informática, Analista da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: elio.filho@embrapa.br

⁴ Graduanda em Geografia. Unicamp. E-mail: mayra_brasco@yahoo.com.br

⁵ Matemática, Dra. em Engenharia Elétrica (Automação), Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: conceicao.young@embrapa.br

⁶ Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: luiz.sa@embrapa.br

⁷ Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Ciência de Solo e Água, Pesquisador da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: claudio.spadotto@embrapa.br

⁸ Geógrafo, MSc. em Geografia, Analista da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: andre.farias@embrapa.br

⁹ Engenheira agrônoma, Dra. em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: jeanne.marinho@embrapa.br

que contribuam com as ações de vigilância fitossanitárias visando a prevenção de entrada da praga. Neste sentido, o trabalho visa a identificação dos locais (segmentos de fronteira e pontos de entrada) mais vulneráveis à entrada da praga no país. Para tanto, recursos de análise geoespacial foram empregados para o cruzamento de informações de cultivos hospedeiros (laranja, limão, tangerina, abacate, batata e feijão), fronteiras secas e úmidas em áreas brasileiras, com foco nas regiões vizinhas aos países já atacados pela praga. Os resultados indicam necessidade de ações de vigilância em municípios da região Norte do país, devido à alta produção das culturas hospedeiras, ou ainda pela existência de pontos de acesso por embarcações, aeródromos e rodovias.

Palavras-chave: Gestão territorial, análises espaciais, defesa fitossanitária, praga quarentenária, agricultura.

Identification of the most vulnerable areas to the entrance of *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) in Brazil

Abstract

Prodiplosis longifila Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) is an insect-pest that causes serious damage to lime, tomato, potato, cotton, avocado, artichoke, orange, tangerine, and bean. This neotropical fly, which is considered A1-quarantine pest in Brazil, is already found in Colombia and Peru. Therefore, considering the insect vicinity to Brazilian borders, it is necessary to promote planning strategies capable of contributing to the phytosanitary surveillance actions toward both prevention and containment of the insect. The present work aims at identifying sites (borders and entrance points) most vulnerable to the pest entrance into the country. Thereby, geospatial analyses were applied to make available the crossing information of the host crops and of dry and wet borders in Brazil, focusing on vicinity regions already attacked by the pest. The results indicate the necessity of surveillance actions to control the access in municipalities in the North region of the country, due to the high production of host crops or the existence of access promoted by boats, aerodromes and highways.

Key words: Territorial management, spatial analysis, crop protection, quarantine pest, agriculture.

Introdução

As pragas exóticas quarentenárias são organismos de natureza animal ou vegetal que, estando presentes em outros países ou regiões e mesmo sob controle permanente, constituem-se como ameaças à economia agrícola de um país ou região importadora exposta (BARBOSA; PARANHOS, 2014).

Apesar de esforços realizados para prevenção da entrada de novas pragas exóticas, é mundialmente crescente o número de registros de ocorrências dessas espécies, principalmente em áreas com altos níveis de comércio e desenvolvimento econômico (LAWLEY, 2013; HUANG et al., 2012).

O crescimento das atividades de transporte (marítimo, rodoviário e aéreo) decorrentes do aumento do comércio internacional vem sendo apontado também como um fator de estímulo à propagação de pragas exóticas quarentenárias, favorecendo a entrada e a dispersão das mesmas, mesmo que não intencional. Além disso, o incremento do trânsito de pessoas entre países, ocasionado por atividades como turismo, grandes eventos esportivos, congressos, entre outros, também facilita a dispersão de pragas (PYŠEK et al., 2010; WESTPHAL et al., 2008; LEVINE; D'ANTONIO, 2003).

Zavalon (2013) cita a possibilidade de aumento da entrada de novas pragas exóticas no Brasil nos próximos anos, com sérias consequências para a agricultura. Entre elas citam-se: diminuição da produção de *commodities*, acréscimo no custo de controle das pragas, aumento de barreiras comerciais internacionais e aumento de contaminações ambientais por uso inadequado de produtos fitossanitários.

Sendo assim, a determinação de quais pragas quarentenárias possuem maiores riscos de entrada no país e a análise das principais vias de ingresso e áreas de estabelecimento são fundamentais para o planejamento e controle da vigilância fitossanitária dos países. A realização deste planejamento no Brasil representa um grande desafio, devido à extensão e à diversidade de condições e situações das fronteiras nacionais.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) definiu as pragas quarentenárias ausentes (A1) (pragas exóticas não presentes no país) e presentes (A2) (pragas exóticas já presentes em áreas restritas do país e sob controle oficial) em sua Instrução Normativa (IN) nº 52 de 20

de novembro de 2007, alterada, posteriormente, pelo expresse nas IN n° 41 de 01 de julho de 2008, IN n° 59 de 18 de dezembro de 2013 IN n° 10 de 7 de maio de 2014, IN n° 12 de 23 de maio de 2014, IN n° 32 de 03 de setembro de 2014 e IN n° 42 de 09 de dezembro de 2014 , já citadas por Sá e Pessoa (2015) , acrescidas das IN n° 21 de 3 de julho de 2015, IN n° 26 de 14 de setembro de 2015 e IN n° 39 de 17 de novembro de 2016.

Prodiplosis longifila Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) é um dos insetos-praga listados como praga quarentenária ausente (MAPA, 2007). Trata-se de uma mosca neotropical, polífaga, reportada pela primeira vez nos anos 30 em algodão selvagem (*Gossypium hirsutum*) na Flórida (Estados Unidos) (EPPO, 2016; PEÑA; MEAD, 1988). Esta praga já causou graves danos a cultivos de limão, tomate, batata, algodão, abacate, alcachofra, laranja, tangerina e feijão de vários países, tendo tido ataques também relatados em pimenta, pepino, mamona, melão, melancia, cebola, soja, alfafa e parreirais (uvas) (EPPO, 2016; HERNANDEZ et al., 2015; PEÑA et al., 1989; PEÑA; MEAD, 1988). *Prodiplosis longifila* é considerada uma das mais importantes pragas de Solanaceae e aspargos nos Neotrópicos (HERNANDEZ et al., 2015), com ocorrência já reportada no Caribe, Estados Unidos (Flórida) e na América do Sul, inclusive em países fronteiriços ao Brasil (Colômbia, Equador e Peru) (HERNANDEZ et al., 2015; MENA PEREZ et al., 2014; WEEKS et al., 2012; DIAZ-SILVA, 2011; VALAREZO et al., 2003; PEÑA et al., 1989). Diaz-Silva (2017 apud Diaz Silva (2011)) informou a existência de 43 espécies hospedeiras-plantas dessa praga, pertencentes a 18 famílias botânicas no Peru; entre elas, registros de ataques em alfafa, tomate, marigold (planta do gênero *Tagetes*), pimentão vermelho (“pimento piquillo”) e, prioritariamente, em aspargos.

O dano gerado por esta praga ocorre principalmente pela alimentação na fase larval, onde ela utiliza o aparelho bucal sugador para perfurar tecidos epidérmicos de diferentes partes da planta (brotos, botões, flores, frutos pequenos); podendo diferir os ataques em função da cultura afetada (EPPO, 2016; PEÑA; MEAD, 1988).

Em cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*), Hernandez et al. (2015) relataram perdas de 100% na Colômbia e superiores a 60% no Equador. Os mesmos autores informaram perdas significativas em cultivos de aspargos (*Asparagus officinalis*) e batata (*Solanum tuberosum*), nesta última cultura com infestações atingindo mais de 16% dos botões florais, ambas no Peru (HERNANDEZ et al., 2015). Danos na ordem de 25% em botões florais de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) do estado da

Flórida (Estados Unidos) em 1984 foram salientados por Hernandez et al. (2015), que registraram o consumo de botões florais de limão Tahiti por *P. longifila* pela primeira vez na Colômbia em 2015. Os autores também relataram, para esse mesmo país, as ocorrências do inseto em folhas, flores e frutos de tomate (*S. lycopersicum*) e em frutos de pimenta (*Capsicum annuum*).

Prodioplosis longifila apresenta três estágios na fase imatura de desenvolvimento, a saber, ovo, larva e pupa, até completar a fase adulta (fêmea e macho). O tempo de desenvolvimento pode variar de acordo com o hospedeiro-planta. O ciclo de desenvolvimento de *P. longifila* em limão Tahiti foi descrito por Peña et al. (1989) onde, em detalhamento, relatam também aspectos para identificação morfológica do inseto adulto. Estes autores reportaram que os ovos de *P. longifila* apresentam formato ovoide-alongados e coloração transparente, sendo frequentemente depositados no estame das flores ou, nestas, onde possuam pequenas aberturas na corola.

A fase larval apresenta três instares (ou estádios), sendo o ínstar inicial de coloração transparente evoluindo para coloração amarelada a alaranjada nos demais instares. No último ínstar larval precipita-se à superfície do solo, onde enterra-se à profundidade média de 1,5 cm para iniciar o estágio pupal.

As pupas apresentam coloração amarela pálida no início do desenvolvimento, tornando-se de coloração preta na cabeça e no tórax. Já próxima a tornar-se adulto, a pupa apresenta coloração preta e amarelada (PEÑA; MEAD, 1988). Os adultos são pequenos e apresentam sobrevivência variável de cerca de 1,5 a 8,3 dias, dependendo da disponibilidade e tipo de alimento (PEÑA et al., 1989).

Os adultos podem voar e se dispersar por vento (EPPO, 2016). A adaptação do inseto é favorecida por clima quente com alta umidade relativa e negativamente afetada por temperaturas inferiores a 11°C e acima de 28°C (EPPO, 2016). Imagens fotográficas das diferentes fases de desenvolvimento de *P. longifila* em diversos cultivos, bem como informações sobre Manejo Integrado da Praga, estão disponíveis em: Diaz-Silva (2017), Mena Pérez et al. (2014), Peña; Mead (2013), Weeks et al. (2012) e Diaz-Silva (2011).

O ciclo estimado de desenvolvimento das diferentes fases de *P. longifila* em limão Tahiti é apresentado a seguir (Figura 1).

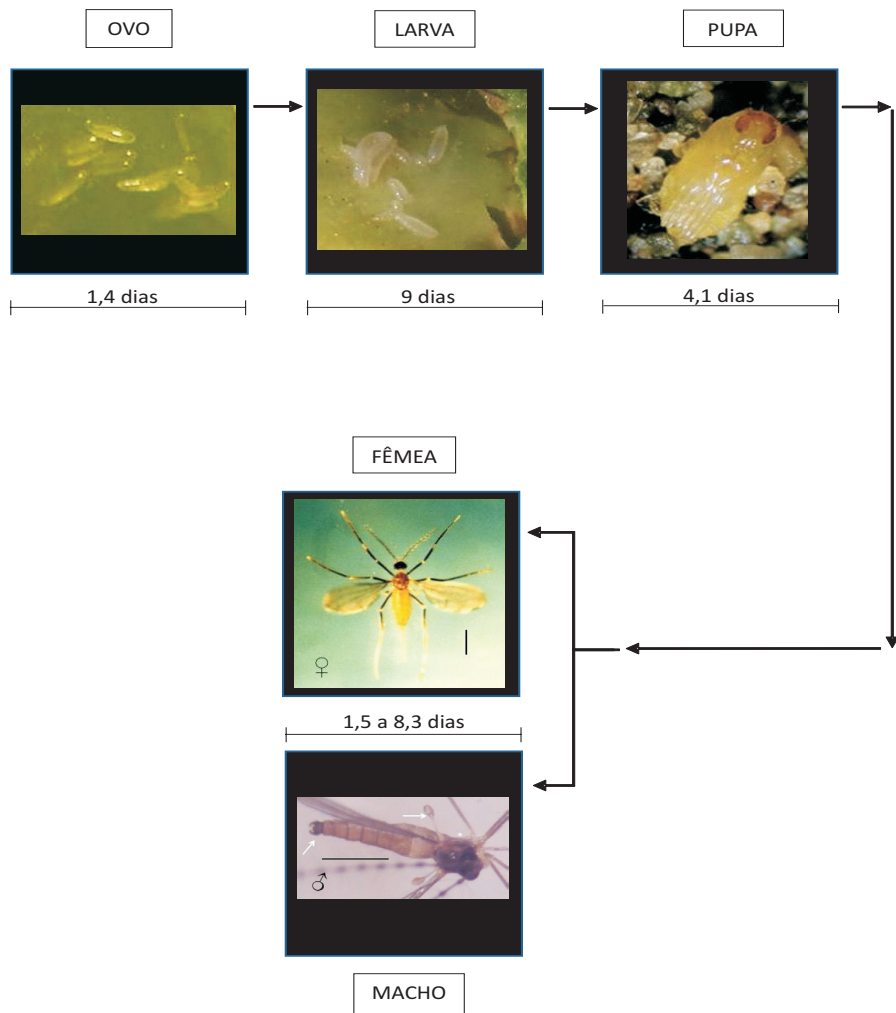


Figura 1. Ciclo de desenvolvimento de *Prodioplosis longifila* em limão Tahiti (Fonte dos dados: Peña et al., 1989; Fotos cedidas por: Felipe Fernando Díaz Silva *Laboratorio del Control Biológico del Proyecto Especial Chavimochic, Región La Libertad, Peru* (Díaz-Silva, 2017)).

Diante da proximidade de *P. longifila* ao território nacional e dos potenciais danos que esta praga pode causar à agricultura brasileira, é necessário que sejam viabilizados mecanismos de planejamento que orientem ações de vigilância fitossanitária no Brasil visando à prevenção de entrada ou elaboração de planos de emergência, em caso de entrada da praga. Logo, a análise dos potenciais meios de dispersão e das áreas já atacadas pela praga no exterior é fundamental para orientar o planejamento dessas ações. Além disso, a caracterização e o detalhamento da realidade fronteiriça brasileira, bem como dos possíveis meios de acesso de pragas ao país, tornam-se relevantes subsídios ao planejamento de programas governamentais nacionais e plurinacionais, que atuem nessa temática.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar os locais (segmentos de fronteira e pontos de entrada) mais vulneráveis à entrada de *P. longifila* no Brasil, fundamentando-se em informações de seus meios de dispersão e seis cultivos hospedeiros preferenciais (laranja, limão, tanjerina, abacate, batata e feijão), bem como na caracterização e detalhamento das áreas de fronteira brasileira. Busca-se, deste modo, apoiar o planejamento de ações de prevenção à entrada e à dispersão dessa praga quarentenária no país.

2. Material e Métodos

Este trabalho utilizou a classificação dos meios de dispersão de pragas, proposta por Lopes-da-Silva et al. (2014), a saber:

1. Dispersão ativa - a praga pode se mover autonomamente até uma nova área;

2. Transporte passivo por um agente biótico - a praga pode ser transportada por um vetor ativo, como um vírus de planta carregado por um inseto vetor ou uma semente aderida à pele de animais;

3. Transporte passivo por um agente abiótico - ocorre quando fatores abióticos (chuva e ventos) são responsáveis pela propagação de organismos nocivos;

4. Transporte passivo com a planta ou outro material - este meio é o único abordado pelas ações internacionais de gerenciamento de risco de introdução de pragas;

5. Transporte acidental - caracteriza-se por eventos onde a praga pode ser disseminada casualmente como, por exemplo, sobre o corpo humano, roupas ou calçados de viajantes; e

6. Introdução intencional - contempla a introdução intencional do organismo exótico no país, que pode ser criminal visando, inclusive, causar sérios prejuízos às *commodities* nacionais.

Estes meios de dispersão foram classificados, conforme proposto pelos mesmos autores supracitados, em entradas naturais e por intermediação humana (Tabela 1).

Tabela 1. Classificações dos meios de entrada das pragas agrícolas.

Meios de entrada das pragas agrícolas	
Entradas Naturais	Por intermediação humana
Meio 1 - Dispersão ativa	Meio 4 - Transporte passivo com a planta ou outro material
Meio 2 - Transporte passivo por um agente biótico	Meio 5 - Transporte acidental
Meio 3 - Transporte passivo por um agente abiótico	Meio 6 - Introdução intencional

Classificou-se por meios de entradas naturais de pragas os seguintes: Meio 1 (passível pela ausência de floresta e em regiões de fronteira seca), Meio 2 (passível mesmo com a presença de floresta sendo mais suscetível em regiões de fronteira seca) e o Meio 3 (passível ao longo de qualquer fronteira terrestre) (LOPES-DA-SILVA et al., 2014). Desse modo, se uma determinada praga estiver presente em um país fronteiriço, os Meios 1, 2 e 3 são praticamente incontroláveis, independentemente do esforço aplicado pelo país ameaçado, cabendo, neste caso, ações de vigilância em locais com maior probabilidade de ocorrência da praga e o planejamento de ações de emergência e, posteriormente se necessário, de contenção.

Já os Meios 4, 5 e 6 consideram as ações decorrentes de intervenção humana, ocorridas pelo transporte de plantas, de partes da planta ou de algum produto agrícola. Os Meios 4 e 6 são passíveis de ocorrência em todas as regiões de fronteiras terrestre e também por meio de aeródromos, portos e rodovias. O Meio 5 é viabilizado por meio da existência de fronteiras terrestres sem floresta e também por meio de aeródromos, portos e rodovias.

A partir da classificação supracitada foram feitas análises geoespaciais para relacionar as informações de dispersão de *P. longifila* com as características dos limites territoriais brasileiros, classificados e expressos em formato vetorial. Isto permitiu a identificação de regiões mais suscetíveis à entrada da praga, considerando também seis das principais culturas afetadas pela praga, a saber: limão, laranja, tanjerina, abacate, batata e feijão.

Para a determinação dos locais (segmentos de fronteira e pontos de entrada) mais vulneráveis à entrada da praga *P. longifila* no Brasil foi elaborada uma base de dados georreferenciados, fundamentada nas seguintes informações: segmentos da fronteira terrestre; possíveis pontos de entrada próximos à faixa de fronteira; e produção das culturas hospedeiras por municípios.

A identificação e a classificação dessas informações foram realizadas conforme descrito a seguir.

As condições existentes na fronteira terrestre, os pontos de entrada ao Norte do Brasil e a produção das culturas hospedeiras consideradas neste trabalho foram classificadas utilizando o aplicativo de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ArcGis 10.3.

Os segmentos de fronteira brasileira com a Colômbia e o Peru foram classificados de modo a identificar os limites territoriais mais suscetíveis à entrada de *P. longifila*. Para essa classificação foram empregadas as bases de imagens e dados georreferenciados do *ArcGis Online*, do *Google Earth* e do *Open Street Map (OSM)*. Além disso, foi adotado o sistema de projeção equidistante e utilizado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000).

Para a classificação dos segmentos da fronteira terrestre foram utilizadas as seguintes bases cartográficas oficiais: limites municipais do

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013); Ferrovias e Rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2010) e IBGE (2010); Hidrografia da Agência Nacional de Águas (ANA, 2010); Portos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2013); e Aeródromos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2014).

Os limites territoriais dos municípios foram integrados (dissolvidos) para permanecerem somente os limites nacionais; estes entendidos pelos mesmos limites dos localizados na faixa de fronteira.

Devido às possíveis formas de dispersão de *P. longifila*, somente as fronteiras terrestres foram classificadas, isto é, a fronteira marítima não foi considerada na análise.

A linha oficial que demarca os limites territoriais do país foi classificada e segmentada em fronteiras úmida e seca e em presença ou ausência de floresta. Os segmentos dos limites territoriais do Brasil foram classificados de acordo com os seguintes critérios:

- Fronteiras secas: limites determinados por rodovias, estradas ou marcos materializados. Entendida como a linha limítrofe entre dois países que, por sua vez, não é materializada por divisores de águas, rios, entre outros. Por rodovia, entende-se via pavimentada e consta na base cartográfica do DNIT, por estrada, via não pavimentada e que não consta nas bases oficiais, mas necessária para identificação de possíveis entradas de pragas;
- Fronteiras úmidas: limites determinados pela hidrografia. Considerados como os limites delineados por um rio, lago ou canal; e
- Floresta: segmentos onde a floresta¹, segundo o conceito adotado pelo *United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC, esteve presente dentro do território brasileiro. A Flo-

¹ O UNFCCC no acordo de Marrakesh e Declaração de Marrakesh definiu floresta como uma área de no mínimo 0,05 - 1,0 ha com cobertura de copa (ou densidade equivalente) de 10 - 30%, com árvores com o potencial de atingir a altura mínima de 2 - 5 metros na maturidade *in situ*. Uma floresta pode consistir tanto de formações florestais fechadas (densas), onde árvores de vários estratos e suprimidas cobrem uma alta proporção do solo, quanto de florestas abertas. Povoamentos naturais jovens e todas as plantações que ainda atingirão densidade de 10 - 30% e uma altura entre 2 e 5 metros são incluídos como floresta (UNFCCC, 2001).

resta foi identificada, por meio da interpretação visual de imagens de satélite, de acordo com os seguintes padrões de interpretação de imagens de satélite: cor verde, forma irregular ou linear (por exemplo, mata ciliar) e textura rugosa. Nas regiões próximas às fronteiras com a agricultura bastante desenvolvida, a área de preservação permanente ao longo dos rios foi considerada como floresta.

Áreas florestais localizadas em áreas fronteiriças ao território nacional foram consideradas como quebra-ventos arbóreos, ou cortinas florestais, minimizando ou dificultando a entrada de pragas exóticas no território por correntes de ar. A vegetação nativa fornece locais de abrigo, alimentação e reprodução de inimigos naturais, que ajudam no controle biológico das pragas que atacam culturas como o pinus (LEAL, 1986).

Para a determinação dos possíveis pontos de entrada do inseto, que puderam ser discriminados por meio da fronteira terrestre, foram adotados os seguintes critérios:

- Pontos de acesso terrestre: rodovias que cruzam os limites territoriais brasileiros com os países vizinhos;
- Pontos de acesso portuário: devido à diversidade de tipos de portos existentes, optou-se por discriminar todos os portos existentes na base cartográfica da ANTAQ (2013) adotando-se como critério a distância máxima de um quilômetro do limite de fronteira. Esses foram denominados como Portos na Fronteira Terrestre. Os portos que estão localizados no litoral brasileiro foram denominados Portos na Fronteira Marítima; e
- Aeródromos: toda área, pública ou privada, destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves existentes na base de dados da ANAC e localizada na Faixa de Fronteira. A Faixa de Fronteira compreende a região que dista até 150 km dos limites territoriais terrestres do Brasil com seus países vizinhos (BRASIL, 1979).

De acordo com as características da praga e das classes de meios de entrada das pragas agrícolas (Tabela 1) foram considerados como principais meios de entrada de *P. longifila* no país: via aérea (onde incluem-se ventos e correntes de ar - Meio 3); transporte marítimo e rodoviário de carga, normalmente em órgãos vegetais (sementes, caule, folhas e frutos) e substrato solo (ou outro) (Meios 4, 5 e 6). Além disso, atividades de turismo e o trânsito de pessoas oriundas de países com infestação da praga também podem promover a dispersão da mosca (em suas formas imaturas presentes em frutos).

Devido à ocorrência já reportada de *P. longifila* no Peru e na Colômbia, neste estudo foram priorizadas culturas hospedeiras presentes na região de fronteira com esses países, a saber: laranja, limão, tangerina, abacate, batata e feijão. Além disso, aspectos de dispersão natural da praga por vento (EPPO, 2016) também foram considerados nessa avaliação.

A produção municipal de cada uma das culturas avaliadas foi obtida do levantamento de Produção Agrícola Municipal (PAM) do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), em formato de arquivo eletrônico.

Para cada município calculou-se a produção relativa (em %), em relação a produção nacional anual, para cada uma das culturas avaliadas. Posteriormente, calculou-se, para cada município, a média da produção relativa dessas culturas em 2012. Na sequência, a média da produção relativa das culturas foi classificada pelo método do Quantil (SLOCUM et al., 2008) em 4 classes de produção: alta (Q1), média (Q2), baixa (Q3) e muito baixa/nula (Q4).

A espacialização dos municípios brasileiros em classes de produção relativa das culturas hospedeiras foi realizada na mesma ferramenta SIG (ArcGIS 10.3) e com a base cartográfica do IBGE (IBGE, 2013).

3. Resultados e Discussão

A análise geoespacial permitiu a identificação dos segmentos de fronteira e os pontos mais suscetíveis à entrada de *P. longifila* no Brasil, bem como a localização dos municípios brasileiros com as culturas hospedeiras já atacadas nos países vizinhos e em áreas próximas à fronteira, e que foram priorizadas para este trabalho, a saber: laranja, limão, tangerina, abacate, batata e feijão.

A representação cartográfica dos segmentos de fronteira terrestre com a Colômbia e Peru está descrita na Tabela 2. Priorizou-se a fronteira com esses países, dada a presença da praga.

Tabela 2. Quantificação dos tipos de segmentos identificados na fronteira terrestre.

Classificação		Porcentagem (em relação ao total de fronteira terrestre com o Brasil)		Meios
		Colômbia	Peru	
Fronteira terrestre seca	Com Floresta	55,5%	35,1%	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Sem Floresta	1,3%	0,0%	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Total	56,8%	35,1%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fronteira terrestre úmida	Com Floresta	41,8%	63,7%	3, 4, 6
	Sem Floresta	1,4%	1,2%	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Total	43,2%	64,9%	1, 2, 3, 4, 5, 6

Os segmentos classificados como floresta representaram 97,3% do total da fronteira terrestre com a Colômbia e 98,8% com o Peru. Uma vez que essas áreas atuam como um obstáculo natural para o acesso do inseto, ocorre um aumento na necessidade da vigilância fitossanitária

em locais de fronteira sem floresta e em pontos de acesso por rodovias, portos e aeroportos.

A quantidade de portos presentes nas fronteiras terrestre, bem como a quantidade de aeródromos existentes na base de dados da ANAC e localizados na faixa de fronteira são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Pontos de possíveis entradas de *Prodidiplosis longifila* identificados na fronteira terrestre.

Pontos de Entrada	Quantidade de pontos discriminados		Meios
	Colômbia	Peru	
⁽¹⁾ Meios de acesso terrestre (intersecção com rodovias e estradas)	9	24	4, 5, 6
⁽²⁾ Portos na Fronteira Terrestre	4	3	4, 5, 6
⁽³⁾ Aeródromos Públicos	15	6	4, 5, 6
⁽³⁾ Aeródromos Privados	0	5	4, 5, 6

Fontes: ⁽¹⁾DNIT (2010) e IBGE (2010 e 2013); ⁽²⁾ANTAQ (2013); ⁽³⁾ANAC (2014).

Considerando-se os portos como prováveis meios de entrada de *P. longifila*, identificaram-se sete possibilidades de entrada da praga por meio de embarcações. Além disso, 33 meios de acesso terrestre foram identificados, referentes às intersecções dos limites da fronteira terrestre com as estradas e rodovias existentes.

Na região Norte do país é comum a existência de acessos por meio de aldeias indígenas sendo que essas foram contabilizadas como meios de acesso terrestre. Considerando-se o número de aeródromos localizados na faixa de fronteira, reafirma-se a necessidade de realizar um planejamento de vigilância e controle de possíveis entradas de pragas quarentenárias por meio de transporte aéreo.

Na faixa de fronteira do Brasil com o Peru e a Colômbia existem 28 municípios, sendo que apenas seis deles possuem alta produção das culturas hospedeiras avaliadas. As culturas mais representativas para cada um destes municípios estão relacionadas a seguir:

- Sena Madureira/AC: Laranja, Limão, Tangerina, Abacate, Batata e Feijão;

- Rodrigues Alves/AC: Laranja, Limão, Tangerina, Abacate e Feijão;
- Cruzeiro do Sul/AC: Laranja, Limão, Tangerina, Abacate, Batata e Feijão;
- Manoel Urbano/AC: Abacate, Batata e Feijão;
- Assis Brasil/AC: Abacate;
- Tarauacá/AC: Laranja, Limão, Tangerina e Abacate;

A faixa de fronteira do Brasil, bem como os pontos de entrada e de distribuição das classes de produção das culturas-alvo da praga estão apresentados na Figura 2.

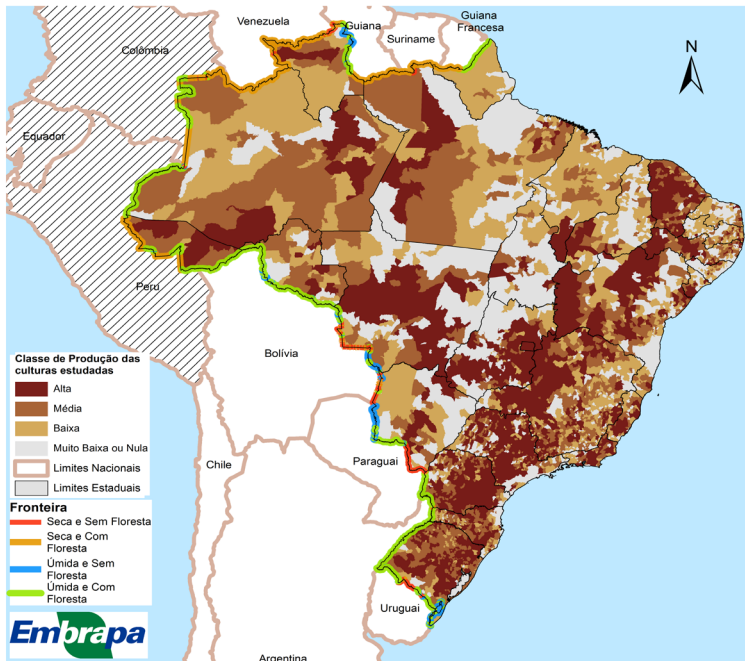


Figura 2. Segmentação e classificação das fronteiras terrestres com o Peru e a Colômbia.

Nos municípios dessa região existe a possibilidade da entrada de *P. longifila* por rodovias e aeródromos. Além disso, no município de Assis Brasil/AC, ela pode ocorrer também por via portuária. Na divisa dos municípios Benjamin Constant/AM e Tabatinga/AM (tríplice fronteira), apesar de não haver alta produção das culturas consideradas neste estudo, existem pontos de acesso por embarcações, aeródromos e rodoviários, evidenciando a importância estratégica do direcionamento de esforços de vigilância sanitária para *P. longifila* nesses locais.

Devido a maior presença de culturas hospedeiras da praga e a ocorrência de fronteira seca com o Peru, o estado do Acre deve ser o mais impactado caso ocorra a entrada de *P. longifila*, principalmente em cultivo de abacate.

Outras áreas de provável entrada do inseto localizam-se no sul do Amazonas e sul-sudeste de Rondônia, como também em estados brasileiros próximos às regiões de fronteiras secas e sem florestas, tais como as localizadas na Bolívia, no Paraguai e no Uruguai.

Considerando todo o território brasileiro e locais com alta produção das seis culturas hospedeiras de *P. longifila* (Figura 3), foi possível localizar as áreas mais vulneráveis à entrada da praga para caso o inseto ultrapasse as fronteiras dos países já infestados para outros vizinhos com áreas fronteiriças ao Brasil, tais como Venezuela e Bolívia.

A localização dos diversos municípios brasileiros que possuem as seis culturas hospedeiras avaliadas (abacate, batata, feijão, laranja, limão e tangerina) é apresentada na Figura 3. Nela também estão representados os municípios próximos às fronteiras com o Peru e a Colômbia que estão classificados com alta produção de culturas hospedeiras, enfatizando a necessidade de reforçar a defesa fitossanitária nesta região para se evitar a entrada da praga no país. Para essas áreas, também é recomendado o monitoramento preventivo nos cultivos hospedeiros, bem como a elaboração de um plano emergencial de vigilância fitossanitária, para se evitar a entrada por áreas fronteiriças aos países já atacados (via Região Norte do Brasil) ou a dispersão da praga em caso de um eventual ingresso da mesma.

Avaliando-se prováveis rotas de potencial dispersão da praga, favorecidas por voos e ventos, identificou-se necessidade de priorizar ações de vigilância fitossanitária no estado do Acre, sul do estado do Amazo-

Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil

nas e sul e sudeste de Rondônia. Outras grandes áreas brasileiras de cultivos hospedeiros encontram-se próximas às regiões de fronteiras secas e sem florestas localizadas na Bolívia, no Paraguai e no Uruguai (Figura 2).

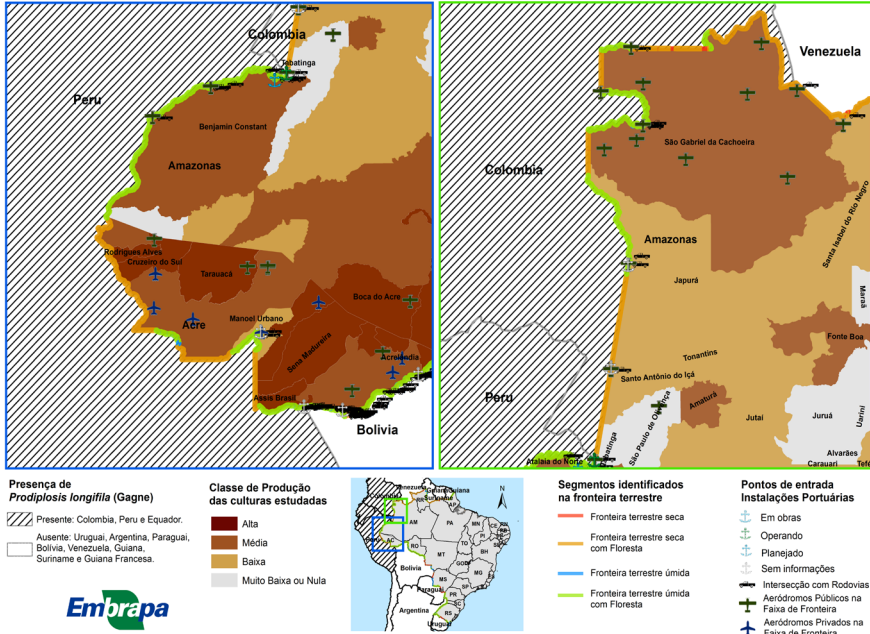


Figura 3. Distribuição dos municípios brasileiros com alta produção dos seis cultivos hospedeiros de *Prodiplosis longifila* (a saber: abacate, batata, feijão, laranja, limão e tangerina) e os países com presença da praga em áreas próximas à fronteira brasileira.

4. Conclusões

A segmentação e a caracterização dos limites territoriais brasileiros associadas às informações de *Prodiplosis longifila* (Gagné) e de áreas de produção das culturas hospedeiras avaliadas (abacate, batata, feijão, laranja, limão e tangerina) indicaram a necessidade de se priorizar ações de vigilância para controle de entrada da praga na região Norte do Brasil.

A grande presença das culturas hospedeiras avaliadas e a ocorrência de fronteira seca com o Peru sinalizam o estado do Acre como o de maior potencial para o ingresso da praga no país com potenciais danos decorrentes, principalmente para o cultivo de abacate. Outras áreas a serem priorizadas localizam-se no Sul do estado do Amazonas e sul-sudeste do estado de Rondônia.

As ações de monitoramento da praga devem ser realizadas principalmente nos municípios localizados próximos à fronteira, a saber, de Sena Madureira/AC, Rodrigues Alves/AC, Cruzeiro do Sul/AC, Manoel Urbano/AC, Assis Brasil/AC e Tarauacá/AC, devido à ocorrência de alta produção de culturas hospedeiras avaliadas, como também para os municípios de Benjamin Constant/AM e Tabatinga/AM, também pela existência de pontos de acesso por embarcações, aeródromos e rodovias.

Estudos de adaptabilidade climática do inseto nas áreas sinalizadas como vulneráveis são necessários, visando aprofundar as avaliações aqui realizadas.

Referências

ANA. **Agência Nacional de Águas. Base de Dados Georreferenciados, 2010.** Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 31 jul. 2014.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Lista de Aeródromos Públicos e Privados de 22 de Agosto de 2014.** Disponível em: http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD_CHAVE=8. Acesso em: 25 set. 2014.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Base de Dados Geográficos, 2013.** Plano Nacional de Integração Hidroviária. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/Portos.zip>. Acesso em: 31 jul. 2014.

BARBOSA, F. R.; PARANHOS, B. A. J. **Pragas Quarentenárias.** Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_116_24112005115225.html. Acesso em: 02 set. 2014.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº 6.634, DE 2 DE MAIO DE 1979. Dispõe sobre a Faixa de Fronteira, altera o Decreto-lei nº 1.135, de 3 de dezembro de 1970, e dá outras providências. Publicada no D.O.U. de 3.5.1979. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6634.htm. Acesso em: 01 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA Nº 38, de 14 de OUTUBRO de 1999.** Disponível em: <http://www.cda.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=70>. Acesso em: 24 nov. 2014.

DIAZ- SILVA, F. F. Morfología y comportamiento de *P. longifila*. In. DIAZ- SILVA, F. **Manejo Integrado de *Prodiplosis longifila*.** Región La Libertad, Peru: Laboratorio de Control Biológico del Proyecto Especial Chavimochic. Disponível em: <http://ffernandodiazs.galeon.com/album2553866.html>. Acesso em: 3 abr.2017.

DIAZ-SILVA, F. F. **Aspectos agroecológicos para el Manejo Integrado de *Prodiplosis longifila* Gagné en la irrigación Chavimochic.** Trujillo, Peru : Escuela de Ciências Biológica – Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2011. 94p.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Atlas e Mapas, 2010**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles/brasil.rar>. Acesso em: 31 jul. 2014.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION.EPPO. ***Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae)**. EPPO RS 2015/209 review 2016-05. 2016. 2p. Disponível em: https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Prodiplosis_longifila.htm . Acesso em: 15 set. 2016.

GAGNÉ, R. J. Revision of *Prodiplosis* (Diptera: Cecidomyiidae) with Descriptions of Three New Species. **Annals of the Entomological Society of America**. vol. 79, p. 235-245. 1986.

HERNANDEZ, L. M.; GUZMAN, Y. C.; MARTINEZ-ARIAS, A.; MANZANO, M. R.; SELVARAJ, J. J. The bud midge *Prodiplosis longifila*: Damage characteristics, potential distribution and presence on a new crop hosts in Colombia. **SpringerPlus**. 2015, vol. 4, n. 205, 10p. Disponível em <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-015-0987-6> . Acesso em: 26 ago. 2016.

HUANG, D.; ZHANG, R.; KIM, K. C.; SUAREZ, A. V. Spatial Pattern and Determinants of the First Detection Locations of Invasive Alien Species in Mainland China. **PLoS ONE**. vol. 7, n. 2, p. e31734, 2012. Disponível em <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0031734>. Acesso em: 06 out. 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0031734.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo - versão 3.04**. Documentação Técnica. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/base_continua_ao_milionesimo/. Acesso em: 31 jul. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Banco de Dados Agregados. Base 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal 2013**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO. Acesso em: 31 jul. 2014.

LAWLEY, C. Protectionism versus Risk in Screening for Invasive Species. Job Market Paper. **Journal of Environmental Economics and Management**. Volume 65, Issue 3. May 2013, Pages 438–451. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069612001155>. Acesso em: 02 out. 2014. DOI:10.1016/j.jeem.2012.11.001

LEAL, A. C. **Quebra-ventos arbóreos aspectos fundamentais de uma técnica altamente promissora. Informe da Pesquisa. ANOX N.º67 JULHO/1986**. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/IP67.pdf. Acesso em: 02 out. 2014. ISSN-0100-9508.

LEVINE, J. M.; D'ANTONIO, C. M. Forecasting Biological Invasions with Increasing International Trade. 2003. **Conservation Biology**, 17: 322–326. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1523-1739.2003.02038.x/full>. Acesso em: 14 jul. 2014. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2003.02038.x

LOPES-DA-SILVA, M.; SANCHES, M.; STANCIOLI, A.; ALVES, G.; SUGAYAMA, R. The Role of Natural and Human-Mediated Pathways for Invasive Agricultural Pests: A Historical Analysis of Cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, 5, 634-646, 2014. Disponível em: http://www.sciarp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=47186#.VFpgy_nF-s4. Acesso em: 01 out. 2014. DOI:10.4236/as.2014.57067.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 52, de 20 de Novembro de 2007**. Disponível em: http://www.adagri.ce.gov.br/Docs/legislacao_vegetal/IN_52_de_20.11.2007.pdf. Acesso em: 03 out. 2014.

MENA PEREZ, Y. M.; MESA COBO, N. C.; ESTRADA SALAZAR, E. I.; GARCIA VALENCIA, Y. Evaluación de la resistencia a *Prodidiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en genotipos de tomate cultivados y silvestres. **Acta Agronómica**. 2014, v.63, n.2, pp.175-180. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v63n2.30210>. Acessado em: 10 nov. 2014

PEÑA, J. E.; MEAD, F. W. **Entomology and Nematology - *Prodidiplosis longifila* Gagné (Insecta: Diptera: Cecidomyiidae)**. Florida, US: University of Florida (UF).IFAS 2013. 2p. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/citrus_gall_midge.htm>. Acessado em: 15 set/2016

PEÑA, J. E.; GAGNÉ, R. J.; DUNCAN, R. Biology and characterization of *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) on lime in Florida. **Florida Entomologist**. v.72, n. 3, p.444-450. 1989. Disponível em: <http://www.freshfromflorida.com/content/download/10704/140515/ent312.pdf> Acesso em: 07 setembro/2016.

PEÑA, J. E.; MEAD, F.W. Citrus gall midge, *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae). **Entomology Circular**. n. 312, November 1988. 2p. Disponível em:

PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V.; HULME, P. E.; KÜHN, I.; WILD, J.; ARIANOUT-SOU, M.; BACHER, S.; CHIRON, F.; DIDŽIULIS, V.; ESSL, F.; GENOVESI, P.; GHERARDI, F.; HEJDA, M.; KARK, S.; LAMBTON, P. W.; DESPREZ-LOUSTAUAU, M. L.; NENTWIG, W.; PERGL, J.; POBOLJŠAJ, K.; RABITSCH, W.; ROQUES, A.; ROY, D. B.; SHIRLEY, S.; SOLARZ, W.; VILÀ, M.; WINTER, M. Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe. **PNAS**. 2010, vol. 107, n. 27, p.12157-12162. DOI: 10.1073/pnas.1002314107.

SÁ, L. A. N. de; PESSOA, M. C. P. Y. Prospecção de inimigos naturais para o controle biológico de pragas agrícolas exóticas. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L. da.; SILVA, S. X. de B.; RIBEIRO, L. C.; RANGEL, L. E. P. (Ed.). **Defesa vegetal - fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte, MG: SBDA - Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 256-274.

SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic cartography and geovisualization**. 3ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008. 576p.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **The Marrakesh Accords & The Marrakesh Declaration**. 2001. p.122. Disponível em: http://unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf. Acesso em: 01 out. 2014.

VALAREZO, O.; CAÑARTE, E.; NAVARRETE, B.; Y ARIAS, M. **Prodiplosis longifila** (Diptera:Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en el Ecuador. **Diagnóstico, Bioecología y Manejo**. Instituto Nacional de Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Manual no. 51. 2003. Disponível em: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/imagenes/documentos>. Acesso em: 10 nov. 2014.

WEEKS, J. A.; MARTIN, K. W. ; HODGES, A. C. ; LEPPLA, N. C. **Citrus pests – citrus gall midge**. Jun 2012. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/defesafitossanitaria/quarentenariasausentes/prodioplosis-longifila>> Acessado em: 1 ago. 2016.

WESTPHAL M. I., BROWNE M., MACKINNON K., NOBLE I. The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. **Biological Invasions**. Vol. 10 (4): pp. 1387-3547, 2008..

ZAVALON, M. **Uma dezena de pragas exóticas ameaça o Brasil**. Folha de São Paulo, 22 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/vaivem/2013/05/1282636-uma-dezena-de-pragas-exoticas-ameaca-o-brasil.shtml>>. Acesso em: 26 de julho de 2014.



Gestão Territorial



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

