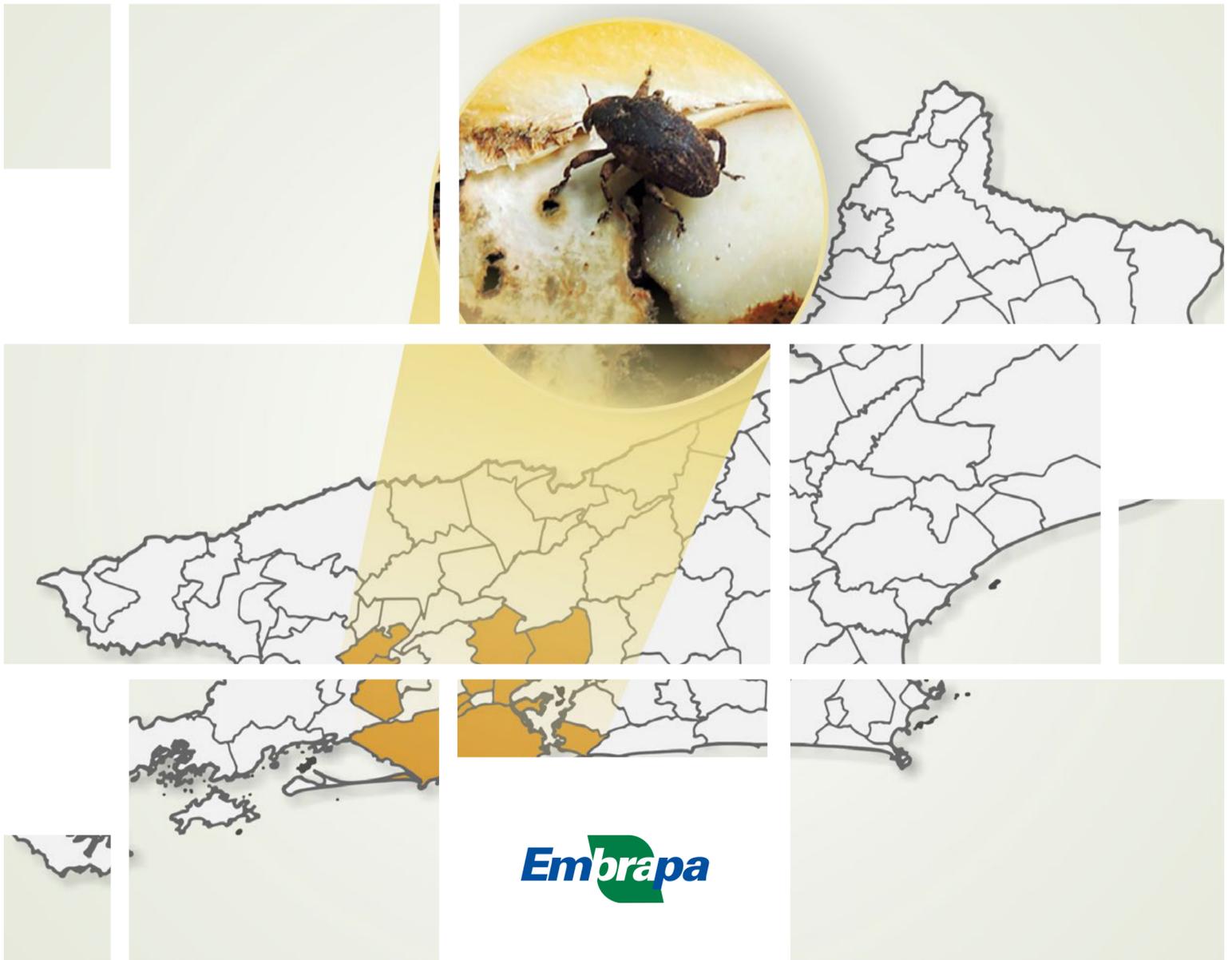


Metodologia para determinação da distribuição
e da taxa de infestação de *Sternochetus
mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae)
nos municípios de ocorrência no Brasil



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 321

Metodologia para determinação da distribuição e da taxa de infestação de *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) nos municípios de ocorrência no Brasil

*Alessandra de Carvalho Silva
Janaina Ribeiro Costa Rouws
Marcelo Perrone Ricalde
Marcelo Lopes da Silva
Sérgio Eustáquio de Noronha*

Embrapa Agrobiologia
Rio de Janeiro, RJ
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, km 7
CEP 23891-000, Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/sac

Responsável pelo conteúdo

Embrapa Agrobiologia

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agrobiologia**

Presidente

Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executiva

Carmelita do Espírito Santo

Membros

*Claudia Pozzi Jantalia, Janaina Ribeiro Costa
Rouws, Luc Felicianus Marie Rouws, Luis
Cláudio Marques de Oliveira, Luiz Fernando
Duarte de Moraes, Marcia Reed Rodrigues
Coelho, Marta dos Santos Freire Ricci de
Azevedo, Nátia Élen Auras*

Unidade responsável pela edição

Embrapa Agrobiologia

Normalização bibliográfica

Carmelita do Espírito Santo CRB7/5043

Tratamento das ilustrações

Maria Christine Saraiva Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa

Alessandra de Carvalho Silva

1ª edição

2021: Publicação digital

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 Agrobiologia

M953 METODOLOGIA para determinação da distribuição e da taxa de
infestação de *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae)
nos municípios de ocorrência no Brasil. / Alessandra de Carvalho
Silva *et al.* — Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2021.
30 p.: (Embrapa Agrobiologia. Documentos 321). ISSN: 1517-8498
1. Doença de planta. 2. Endocarpo. 3. Manga. 4. Fitossanidade.
I. Rouws, Janaina Ribeiro Costa. II. Ricalde, Marcelo Perrone. III. Silva,
Marcelo Lopes da. IV. 3. Noronha, Sérgio Eustáquio de. V. Embrapa
Agrobiologia. VI. Série.

634.44 - (CDD 23.ed.).

Autores

Alessandra de Carvalho Silva

Engenheira-Agrônoma, Doutora em Biologia Parasitária. Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica, RJ. E-mail: alessandra.carvalho@embrapa.br.

Janaina Ribeiro Costa Rouws

Engenheira-Agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Marcelo Perrone Ricalde

Engenheiro-Agrônomo, Doutor em Fitossanidade. Analista da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Marcelo Lopes da Silva

Engenheiro-Agrônomo, Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Sérgio Eustáquio de Noronha

Geógrafo, Mestre em Geografia, Analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Apresentação

Pragas quarentenárias definem organismos que de alguma forma podem impactar economicamente a produção de plantas e vegetais. Nesta publicação apresenta-se de forma inédita uma metodologia para determinar a distribuição e quantificar a taxa de infestação de uma praga quarentenária presente encontrada no endocarpo dos frutos da mangueira, o *Sternochetus mangiferae*. Dada a importância da fruticultura para o Brasil estudar e desenvolver um plano de enfrentamento à esta realidade é um desafio ao qual a Embrapa Agrobiologia, em parceria com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA - envidaram esforços para realizar. Nesta obra será possível compreender o contexto da pesquisa, as condicionantes para a sua realização, os critérios baseados em evidência utilizados para estimar e definir a metodologia para identificar a distribuição da praga, bem como a taxa de infestação. Com base neste estudo espera-se subsidiar a tomada de decisão para monitorar e conter o avanço do *Sternochetus mangiferae*.

Uma boa leitura!

Cristhiane Oliveira da Graça Amâncio
Chefe Geral da Embrapa Agrobiologia

Sumário

Introdução	11
Desenvolvimento da metodologia	13
Determinação do número de amostras ideal a serem tomadas por município	13
Distribuição dos pontos de amostragem nos municípios	19
Época de amostragem	20
Número de frutos (subamostras) coletados(as) por mangueira	22
Determinação de ocorrência ou não da praga nos frutos amostrados ...	24
Considerações finais	27
Referências bibliográficas	28

Introdução

O besouro curculionídeo *Sternochetus mangiferae* é uma espécie cuja presença no Brasil foi detectada em 2014 (Silva; Ricalde, 2017). É vulgarmente conhecido pelos nomes de broca-da-manga, gorgulho-da-semente-da-manga, gorgulho-da-manga, besouro-do-carço-da-manga, entre outros. Esse inseto ataca os frutos da mangueira (*Mangifera indica* - Anacardiaceae), causando sua queda prematura e reduzindo o poder germinativo das sementes (Follet; Gabbard, 2000), sendo esta frutífera o único hospedeiro conhecido para alimentação e reprodução do inseto (CABI, 2020). A espécie *S. mangiferae* é regulamentada como praga quarentenária por várias organizações de proteção fitossanitária mundo afora, e por isso é considerada um problema para os produtores de manga da Ásia, Europa, Estados Unidos, China e Turquia, além de países da África, América Central e América do Sul.

Trata-se de uma praga de difícil controle, uma vez que não deixa sinais externos da sua presença, permanece no interior das sementes de manga durante o seu desenvolvimento e passa por um período de diapausa, o que, respectivamente, dificulta a sua detecção em inspeções de rotina (EPPO, 2011), impede o emprego de tratamentos fitossanitários com fins quarentenários (Mitchell, 1993) e permite a sua sobrevivência no período de entressafra (Braithwaite; Van Emden, 2010). Também não há expectativas quanto ao uso de cultivares resistentes para o manejo da praga e, segundo Dassou *et al.* (2018), essa não é uma tática eficaz de combate à praga. As principais cultivares de manga comercializadas são susceptíveis a *S. mangiferae* e as poucas variedades resistentes não são comerciais (Balock; Kozuma, 1964; Godse; Bhole, 2003).

No Brasil, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), atualmente *S. mangiferae* encontra-se restrito a nove municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro (Brasil, 2017). O estado do Rio de Janeiro não tem uma área de produção de manga que seja significativa para o país, tampouco é responsável pela exportação desse fruto, mas essa frutífera é intensamente cultivada em quintais da periferia da capital e nos municípios do interior. Entretanto, por ser uma praga quarentenária, governo, produtores

e importadores comungam de uma mesma preocupação: a possibilidade de expansão de *S. mangiferae* no Brasil, alcançando as principais áreas de produção no país (Bahia, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais). A proteção dessas áreas é importante para a balança comercial brasileira, pois a exportação de frutas vem demonstrando forte potencial de crescimento nos últimos anos. Liderando o volume de frutas exportadas, com 243,2 mil toneladas, a manga gerou ao Brasil uma receita de US\$ 247,4 milhões no ano de 2020, um aumento de aproximadamente 11,5% comparado com o ano anterior (COMEX STATI, 2021). Diante disso, a erradicação ou a contenção da praga a uma região delimitada torna-se uma estratégia necessária para a preservação da situação fitossanitária atual das mangueiras cujos frutos são exportados pelo país.

O primeiro passo para se conhecer a situação de uma praga quarentenária recém descoberta em um país ou monitorar o seu avanço para novas áreas é fazer levantamentos da espécie em seu novo território. A metodologia de levantamento varia de acordo com o objetivo, que pode ser desde a simples determinação da presença da praga, sua distribuição e infestação, até a certificação de áreas livres do inseto. De qualquer forma, os dados levantados podem subsidiar órgãos de defesa fitossanitária federais na criação de medidas de contenção da praga, para que as exportações não sejam interrompidas e o país não sofra sanções econômicas.

Em se tratando de *S. mangiferae*, o levantamento é consideravelmente trabalhoso, demandando muito tempo e mão-de-obra, como será visto mais adiante, devido ao hábito críptico da praga fora dos frutos e ao seu desenvolvimento no interior do endocarpo da manga. Embora ideais, as armadilhas de captura e iscas disponíveis para esse curculionídeo até o momento não apresentam bons resultados e produzem dados inconsistentes que não são suficientes para a tomada de decisão para o controle ou não representam a distribuição e a verdadeira infestação da praga (Peña, 2004; Louw, 2008; Anderson *et al.*, 2016). Além disso, as metodologias de levantamentos de *S. mangiferae* utilizadas em países que convivem com a praga há mais tempo que o Brasil são voltadas para áreas de produção comercial da fruta hospedeira (Bragard *et al.*, 2018; Patel; Siddhapar; Radadia, 2018), não se adequando totalmente às condições do Brasil

onde a ocorrência atual da praga está limitada a áreas não comerciais e geograficamente distantes daquelas onde as mangas são produzidas para exportação.

Assim sendo, uma metodologia de levantamento foi desenvolvida para as condições de ocorrência atual de *S. mangiferae* no Brasil, de forma que pudesse mostrar o padrão de distribuição e a taxa de infestação dos insetos nas áreas de ocorrência, visando subsidiar a criação de um plano de contenção, supressão ou erradicação da praga no país.

Desenvolvimento da metodologia

A metodologia para o levantamento de *S. mangiferae* em municípios com a presença da praga confirmada no Brasil foi criada a partir de cinco etapas:

- Determinação do número ideal de amostras a serem tomadas por município;
- Distribuição dos pontos de amostragem nos municípios;
- Determinação da época de amostragem;
- Determinação do número de frutos (subamostras) coletados(as) por mangueira;
- Determinação de ocorrência ou não da praga nos frutos amostrados.

Cada etapa está detalhadamente descrita a seguir.

Determinação do número de amostras ideal a serem tomadas por município

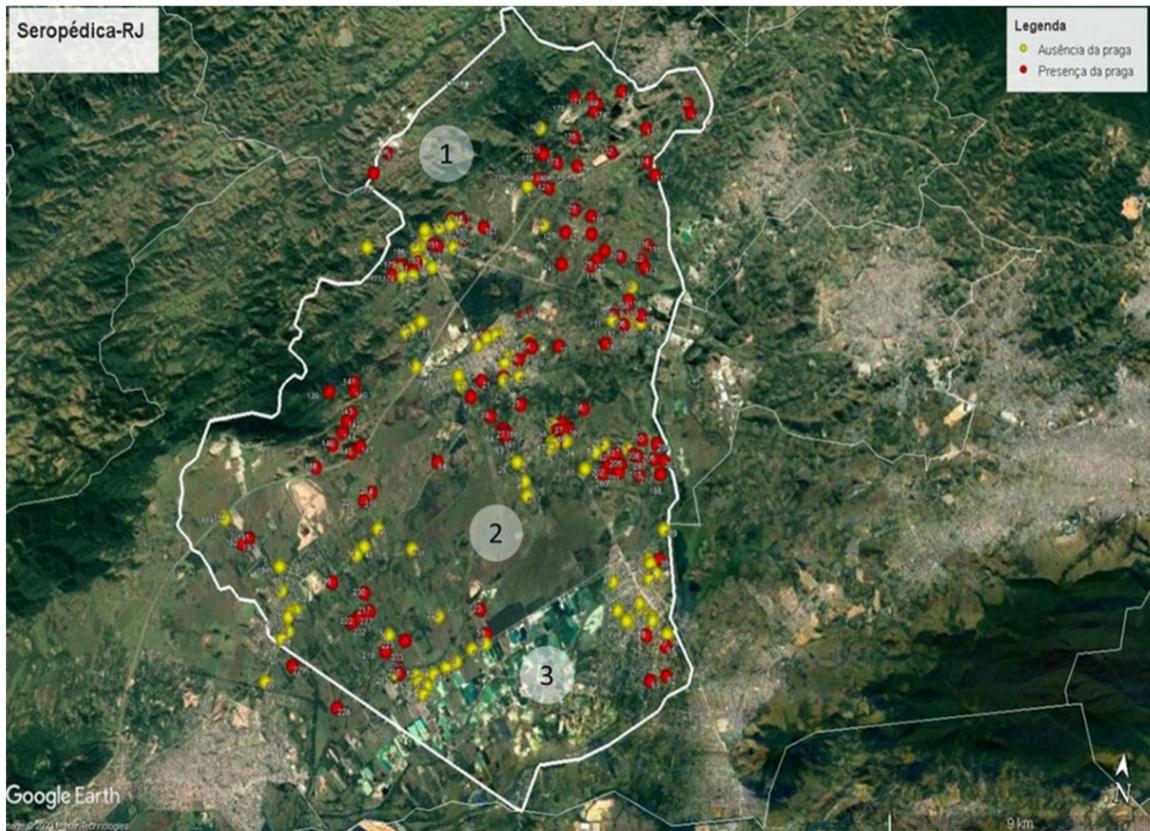
O primeiro passo para determinação de uma metodologia para levantamento de *S. mangiferae* para determinação da distribuição e da taxa de infestação na sua atual região de ocorrência no Brasil foi o cálculo do número ideal de pontos (mangueiras) a serem amostrados por município com presença da praga. Tendo em vista que não existe nenhum estudo sobre a praga no Brasil, levou-se em consideração a amostragem aleatória piloto, realizada no

município de Seropédica, RJ, com o propósito de conhecer a distribuição e o nível de infestação de *S. mangiferae* em um dos municípios onde a presença desse inseto tinha sido detectada pelo MAPA e Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do estado do Rio de Janeiro – SEAPPA RJ, conforme registrado na IN 34, de 05/09/2017 (Brasil, 2017).

O levantamento em questão foi realizado na área rural e urbana do município de Seropédica, entre os anos de 2015 e 2019, durante o período de frutificação das mangueiras (dezembro, janeiro e fevereiro). Foram escolhidas mangueiras e frutos ao acaso, ao longo de ruas, estradas vicinais e rodovias, tentando abranger o máximo possível da área do município (283,6 km²), onde coletou-se 10 frutos por árvore. Só não foram coletadas amostras na plantação de eucalipto da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, na área de extração de areia ao longo da Rodovia RJ-099 e em uma área militar, porque são áreas onde as mangueiras são ausentes ou onde o acesso ao interior não foi possível (Figura 1).

As informações obtidas nos pontos acessados foram registradas em uma planilha eletrônica contendo as coordenadas geográficas, o número de frutos coletados, a presença ou ausência da praga. Ao final do levantamento foram totalizadas 234 mangueiras e 2.340 frutos amostrados. Os pontos de coleta e a distribuição da praga no município foram posteriormente plotados no Programa Google Earth (Figura 1).

Cabe ressaltar que, por não se tratar de uma área de produção comercial, a distribuição das mangueiras pelo município de Seropédica é desconhecida e aleatória. A determinação exata do número de mangueiras no município demandaria o uso de ferramentas especiais, pois os padrões de imagens dos fragmentos vegetais obtidas pelos softwares gratuitos não permitem a identificação de mangueiras em meio a outras árvores de porte e cobertura vegetal parecidas. Entretanto, no município de Seropédica e na região metropolitana do Rio de Janeiro, a presença dessa fruteira é constante e frequente, facilitando o seu encontro em levantamentos. Dessa forma, a amostragem piloto realizada foi bem representativa para o município de Seropédica, pois mostrou uma boa cobertura das áreas urbana e rural (Figura 1), através da coleta de 234 mangueiras, distribuídas aleatoriamente ao longo dos 283,6 km² do município.



Fonte: Google Earth

Figura 1. Distribuição de pontos de amostragem de *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) nos bairros do município de Seropédica, RJ. Período: 2015 a 2019. Pontos vermelhos: presença da praga; pontos amarelos: ausência da praga; 1: área militar; 2: floresta de eucalipto da UFRRJ; 3: área de extração de areia.

Verificou-se a presença de *S. mangiferae* em 134 das 234 mangueiras amostradas em Seropédica. Assim, a taxa de infestação desta praga em mangueiras de Seropédica foi estimada como sendo igual a 60%.

A partir da realização desta amostragem piloto, o passo seguinte foi determinar o número de amostras ideal para o levantamento da praga nos demais municípios onde a presença de *S. mangiferae* foi confirmada (Brasil, 2017): Belford Roxo, Duque de Caxias, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Magé, Paracambi e Rio de Janeiro. Assim, este número foi determinado por meio da seguinte expressão (Ferreira, 2009):

$$n = \frac{Z_{1-(\alpha/2)}^2 \times p \times (1-p)}{e^2} \quad (1)$$

Sendo:

- e: erro probabilístico de amostragem (também chamado margem de erro, sendo a diferença entre o verdadeiro valor e o estimado), dado em valores decimais, absoluto, para mais ou para menos da estimativa do ponto;
- n: o tamanho da amostra que se quer calcular para uma amostra aleatória simples; sem reposição, com população infinita;
- $Z_{1-(\alpha/2)}$: o valor tabelado da variável aleatória normal padrão para um dado nível de confiança escolhido da amostra;
- p: proporção populacional de ocorrência da praga; valor desconhecido que se pretende estimar. Quando não se sabe o valor de p, considera-se que seja igual a 0,50, valor este que torna máximo o tamanho da amostra (n) considerando-se todos os outros parâmetros da fórmula fixos;
- q: proporção populacional de não ocorrência do gorgulho.

Foram feitas algumas simulações de preenchimento da fórmula, variando-se os valores de e, α e p que foram combinados para estimar diferentes tamanhos de amostragem das mangueiras, conforme a Tabela 1. Nessas simulações foram usados dois níveis de significância ($\alpha = 0,01$ e $0,05$), margens de erro (e) variando de 0,03 a 0,10 e dois valores de proporção de ocorrência da praga, sendo escolhido usar $p = 0,50$ por ser o valor que maximiza o tamanho da amostra e $p = 0,60$ por ser o valor estimado como taxa de infestação de mangueiras com a praga em Seropédica (60%).

De acordo com a Tabela 1, se for considerado um alto rigor, com $e = 0,03$; $p = 0,50$ e $\alpha = 0,01$, a amostra de mangueiras a ser coletada em Seropédica seria igual a 1.843, o que provavelmente seria inviável por causa do tempo necessário para a coleta de frutos e pela dificuldade de análise desses

Tabela 1. Tamanho de amostras calculadas para combinações entre dois valores de nível de significância ($\alpha = 0,01$ e $0,05$), dois valores de proporção populacional de ocorrência da praga ($p = 0,50$ e $0,60$) e erro probabilístico de amostragem (e) variando de $0,03$ a $0,10$.

α	p	e							
		0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
0,01	0,50	166	205	259	339	461	663	1.037	1.843
0,01	0,60	159	197	249	325	442	637	995	1.769
0,05	0,50	96	119	150	196	267	384	600	1.067
0,05	0,60	92	114	144	188	256	369	576	1.024

para detectar a presença da praga. No outro limite, utilizando-se $e = 0,110$; $p = 0,60$ e $\alpha = 0,05$, o número de amostras seria consideravelmente menor (92 mangueiras). Dessa forma, o número de mangueiras a serem inspecionadas para a verificação da ocorrência da praga será uma escolha do responsável pelo estudo, considerados o esforço amostral e o rigor estatístico necessário. Porém, uma vez escolhidos, o e , α e p deverão ser mantidos para todos os municípios que participam do mesmo estudo.

No caso de Seropédica, para cálculo do n optou-se por:

- $e = 0,09$ (= 9 %), pois a adoção de um erro menor, considerando-se p e α fixos, aumentaria o esforço amostral, dificultando ainda mais a viabilidade de coleta dos frutos na prática, uma vez que já existem outras limitações inerentes a problemas de acesso às áreas, não sendo possível coletar um número n alto na prática (veja na Tabela 1 os valores de n considerando-se diferentes erros);
- Usou-se 95% de nível de confiança, portanto com nível de significância $\alpha = 0,05$, obtendo-se na tabela $Z_{0,975} = 1,96$;
- p : Nesse trabalho, esse valor foi conhecido por meio da amostragem piloto, sendo estimado por $0,60$ (60%), em Seropédica;
- q : $q = 1-p = 1-0,60 = 0,40$.

Assim, substituindo os valores dos parâmetros na expressão (1) para o município de Seropédica, RJ, obteve-se:

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,6 \times (1 - 0,6)}{0,09^2}$$

$$n = \frac{3,84 \times 0,24}{0,0081} = \frac{3,8416}{0,0081}$$

$$n = 114 \text{ amostras (mangueiras)}$$

Tendo em vista os cálculos apresentados, conclui-se que o número de amostras no município de Seropédica ideal é 114 mangueiras. Essa informação indica que, ao invés de terem sido amostrados 234 pontos (avaliação piloto) para determinar a taxa de infestação e a distribuição de *S. mangiferae* em Seropédica, entre os anos 2015 e 2019, poderiam ter sido amostrados 114 pontos (mangueiras), considerando-se $e = 0,09$, $\alpha = 0,05$ e $p = 0,60$. Isso reduziria o tempo destinado ao levantamento, com segurança de ser uma amostragem satisfatória para se tirar conclusões a respeito da ocorrência da praga. De qualquer maneira, houve a necessidade desta avaliação piloto para estimar a proporção de infestação da praga no município e usá-la na expressão (1) referente ao número ideal de amostras a serem coletadas posteriormente.

Com base no que foi exposto, utilizou-se os mesmos valores de e (0,09), α (0,05) e p (0,60) para calcular o número de pontos a serem amostrados nos outros oito municípios com a presença da praga, segundo a IN 34 (Brasil, 2017), levando-se em conta as áreas desses (Tabela 2).

Embora a expressão (1) tenha sido utilizada aqui para determinar o número de pontos amostrados no levantamento dos nove municípios onde a praga se encontra presente no Brasil, consideramos que ela também poderia ser utilizada para estimar o número ideal de mangueiras a serem inspecionadas em qualquer outro município no qual o cultivo de mangas não seja de natureza comercial em sua maioria e que apresente um mosaico de áreas urbanas e rurais com distribuição generalizada de mangueiras, como é o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro. No entanto, são necessárias mais avaliações e validações em outras regiões, além dessa.

Tabela 2. Área (em km²) dos municípios onde a praga quarentenária *Sternochetus mangiferae* se encontra presente no Brasil, conforme a IN 34, de 05 de setembro de 2017.

Município*	Área (km ²)	Número de amostras (n)
Belford Roxo	77,82	34
Duque de Caxias	467,27	205
Magé	385,69	169
Mesquita	41,49	19
Nilópolis	19,16	9
Niterói	129,3	57
Paracambi	179,37	79
Rio de Janeiro	1200,18	525
Seropédica (amostra piloto)	283,6	124

*Todos os nove municípios onde a praga se encontra presente pertencem ao estado do Rio de Janeiro.

Distribuição dos pontos de amostragem nos municípios

Mesmo com um número de amostras ideal para o levantamento da praga, o sucesso do resultado está atrelado à forma de distribuição desses pontos para obter máxima representatividade das mangueiras locais, uma vez que um dos objetivos da metodologia é conhecer a distribuição de *S. mangiferae* nos municípios. No caso da região metropolitana do Rio de Janeiro, a presença de mangueiras é frequente também na área urbana, composta por residências com quintais em grande parte dos municípios, principalmente aqueles que estão localizados na Baixada Fluminense, constituindo-se em ambiente favorável à fixação da praga tanto quanto na área rural, como já observado em Seropédica. Isso significa que a distribuição dos pontos de amostragem deve representar uma cobertura uniforme dos territórios municipais.

Dessa forma, foi idealizada uma grade onde a interseção das linhas e colunas representassem os pontos de coleta, sendo esses equidistantes. Tendo em vista que o número de pontos de amostragem por município leva em conta a área dos mesmos, o tamanho das quadrículas que compõem a grade é o mesmo para todos eles (1,5 x 1,5 km), que resultou em uma área igual a 2,25 km².

Para obter a grade com os pontos de amostragem de cada município com a presença da praga utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis para demarcar no mapa do estado do Rio de Janeiro, os limites dos municípios nos quais a praga está e separá-los entre si (Figura 2A). Posteriormente, foi gerada em ambiente SIG a grade no tamanho 1,5 x 1,5 km sobre os municípios (Figura 2B). Em seguida, foi feito um recorte da grade de cada município (Figura 2C), sendo todas essas imagens convertidas para o formato KML de modo que pudessem ser visualizadas e manipuladas no programa Google Earth Pro para obtenção das coordenadas geográficas dos pontos de interseção.

A posição dos pontos proporciona uma distribuição equilibrada dos mesmos, porém nem sempre será possível encontrar uma mangueira no ponto exato de interseção. Assim, na ausência de mangueiras exatamente na coordenada geográfica que deveria ser amostrada, o usuário da metodologia deverá determinar um outro ponto para coleta de amostras, utilizando para tal a mangueira que estiver localizada o mais próximo possível do ponto pré-determinado, preferencialmente em um raio de 1 km.

Época de amostragem

Preferencialmente a amostragem de *S. mangiferae* deve ser realizada na época de frutificação das mangueiras, que é variável em função da região onde é cultivada e da variedade ou cultivar (precoce ou tardia). Como o objetivo dessa metodologia não é a delimitação de área livre da praga, não há necessidade de realizar o levantamento antes do período de colheita, como é recomendado pela União Europeia (EPPO) e Estados Unidos (APHIS), e seguido por países exportadores (India, 2005). No caso da metodologia que trata esse documento, os frutos amostrados podem ser verdes ou maduros, recolhidos diretamente da árvore ou caídos na projeção da copa. Recomenda-se a coleta de frutos completamente desenvolvidos, com o tamanho próximo ao normalmente consumido, o que é variável conforme a variedade ou cultivar. Dentro dessas condições, haverá maior facilidade em se determinar a presença ou ausência da praga nos frutos. Antes desse período, com os frutos no início do seu desenvolvimento, são encontradas somente larvas em início de desenvolvimento, que são difíceis de serem visualizadas a olho nu ou com lupa de mão.

Fotos: Sérgio Eustáquio de Noronha



Figura 2. Etapas para determinação da distribuição dos pontos de coleta da praga quarentenária *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) nos nove municípios do estado do Rio de Janeiro onde a praga se encontra atualmente: **A)** delimitação dos municípios pelo programa ArcGis; **B)** grade de 1,5 x 1,5 km com os pontos de coletas; **C)** recorte da grade por município.

Foto: Alessandra de Carvalho Silva



Figura 3. Orifício de saída de *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) do endocarpo da manga, quando o fruto está caído da mangueira e sem a polpa.

Também deve ser evitado o levantamento da praga em períodos de entressafra, quando não há frutos nas mangueiras e aqueles caídos na projeção das árvores que estão secos e sem a polpa. Nessa época, a presença de adultos de *S. mangiferae* é indefinida, mas grande parte dos insetos já deixaram os frutos para viver fora deles (Braimah *et al.*, 2009), permanecendo apenas o orifício de saída (Figura 3). Embora o(s) orifício(s) de saída possa(m) comprovar a presença da praga naquela mangueira, esses podem passar despercebidos na inspeção visual, pois ficam escondidos pela camada de fibras que cobre o endocarpo, com consequente resultado falso negativo, determinado pela ausência de formas jovens ou de adultos dentro dos frutos.

Número de frutos (subamostras) coletados(as) por mangueira

Para o levantamento da praga em municípios com a presença constatada, cujo objetivo é conhecer a distribuição local da mesma e a taxa de infestação nas mangueiras amostradas, recomenda-se coletar no mínimo dez frutos na árvore ou caídos na projeção da copa em cada um dos pontos de coleta (ou seja, em cada mangueira avaliada). Esse número foi escolhido com base nos

levantamentos realizados em Seropédica e recomendações de outros autores (Bragard *et al.*, 2018; Patel; Siddhapar; Radadia, 2018), levando-se em conta também a dificuldade de abertura de frutos em municípios maiores. Não há impedimentos em usar um número maior de subamostras (frutos) caso, por exemplo, o município seja menor e a amostragem não faça parte de algum estudo onde haverá comparação de dados, pois, nesse caso, recomenda-se que o número de amostras, na medida do possível, seja igual em todos os municípios.

Os frutos devem ser recolhidos nos quatro quadrantes das árvores (copa e projeção) (Figura 4), visando uma maior representatividade dos mesmos na amostragem e eliminando uma possível interferência da taxa de insolação, caminhamento dos insetos no pomar, grau de amadurecimento dos frutos, etc. Essa prática também vem sendo utilizada em levantamentos de *S. mangiferae*, realizados em outros países (Hansen; Armstrong; Brown, 1989; Patel; Siddhapar; Radadia, 2018).

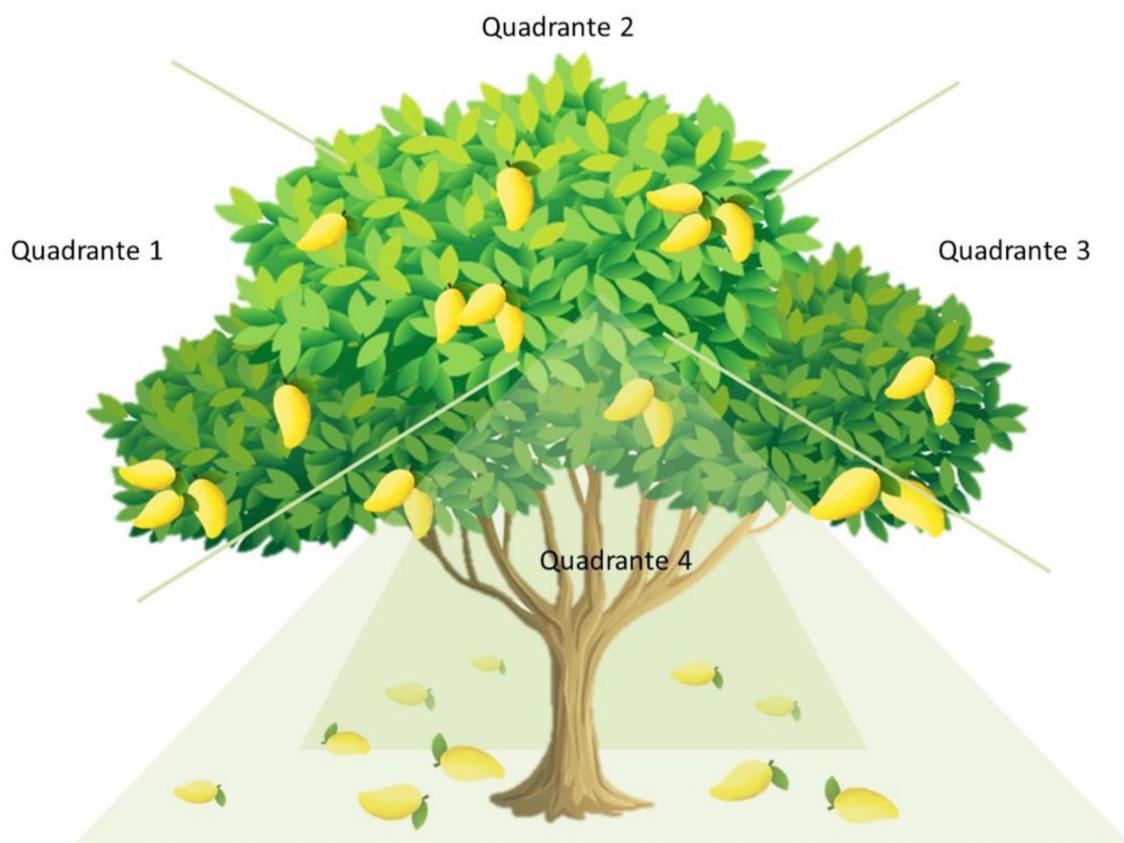


Foto: Alessandra de Carvalho Silva

Figura 4. Divisão da mangueira em quadrantes para coleta de frutos.

Embora essa seja uma metodologia voltada para a atual área de ocorrência da praga, com o objetivo de se conhecer a distribuição de *S. mangiferae* nos municípios, ela também pode ser utilizada com o propósito de monitorar o avanço dessa espécie para os municípios vizinhos, considerando-se alguns ajustes, como por exemplo, o número de frutos abertos por mangueira. Não é necessário a abertura de dez frutos por ponto amostral e nem a coleta em todos os pontos da grade. O ideal é começar a amostragem pelos pontos limítrofes aos municípios onde a presença da praga já foi confirmada, com caminhamento para a área central, pois o objetivo, a princípio, é saber se a praga está presente ou não. Nesses casos, basta realizar a amostragem sequencial dos frutos, onde é aberto um número variável de frutos, sendo o número máximo de 10, havendo interrupção desse processo assim que a presença da praga for constatada.

Determinação de ocorrência ou não da praga nos frutos amostrados

A metodologia recomendada para constatação da presença da praga é a abertura longitudinal dos frutos amostrados, de forma a expor a semente no interior do endocarpo e visualizar formas jovens ou adultos da espécie *S. mangiferae* (Figura 5).

Foto: Alessandra de Carvalho Silva



Figura 5. Inseto adulto da espécie *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae).

Embora trabalhosa essa é a forma mais segura para constatar a presença da praga, pois frutas infestadas são difíceis de detectar externamente, uma vez que geralmente não há danos visíveis de fora do fruto. As incisões feitas pelas fêmeas na casca por ocasião da oviposição, quando o fruto ainda é muito pequeno (do tamanho de uma noz), desaparecem à medida que a fruta cresce (Eppo, 2011).

A espécie *S. mangiferae* pode ser confundida com outra espécie do mesmo gênero, *Sternochetus olivieri* e que também vive dentro do endocarpo de mangas. As diferenças entre os adultos dessas espécies podem ser encontradas em EPPO (2011). De modo geral, os adultos de *S. mangiferae* medem entre 7,5 e 9,5 mm, possuem o corpo manchado nas cores cinza, marrom e branco amarelado, com algumas pintas pretas (Figura 5).

As larvas possuem coloração branca, medem de 1,4 x 0,35 mm no início do desenvolvimento, quando fazem galerias em forma de mina na superfície da semente (Figura 6A), até 17 x 8 mm no final desse processo, tornando-se curvadas em forma de 'C', quando consomem parte da semente (Figura 6B).

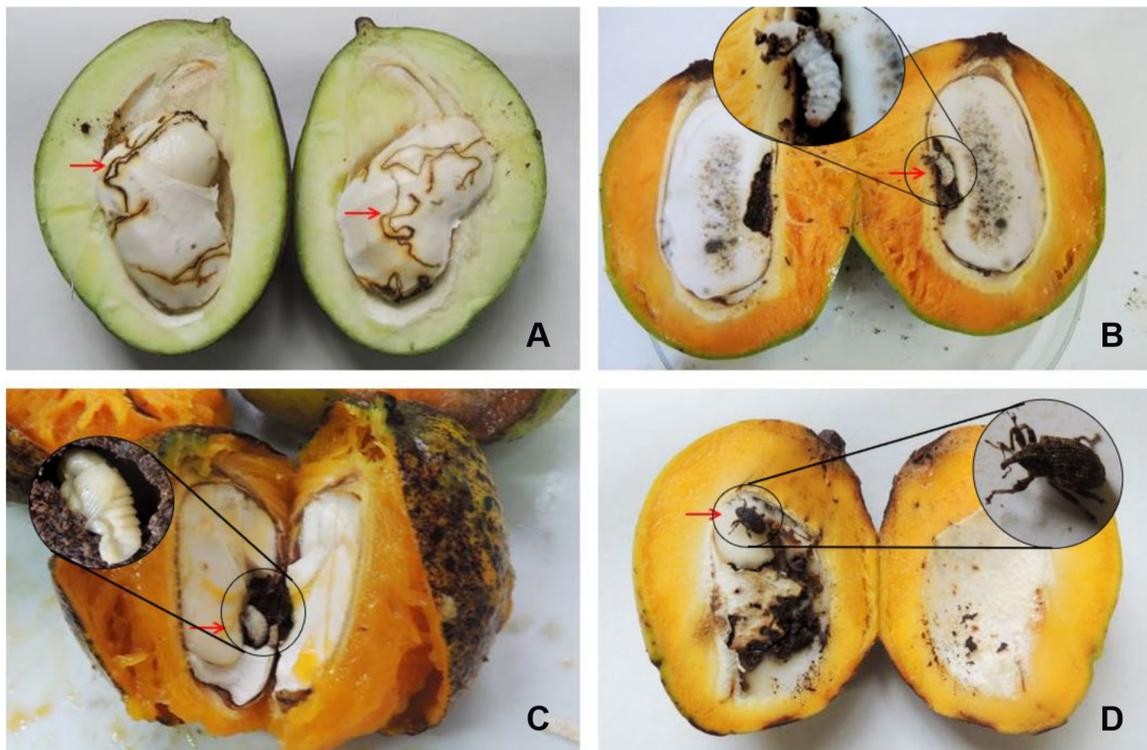


Figura 6. Mangas com abertura longitudinal para exposição do interior do endocarpo e constatação da presença de larva em frutos verdes (A), larvas em frutos maduros (B), pupas (C) e adultos (D).

As pupas têm coloração branca e possuem tamanho aproximado de 9 x 7 mm (Figura 6C). Os adultos (Figura 6D) permanecem dentro do fruto por até dois meses, quando furam o endocarpo para viverem fora dele.

A abertura dos frutos deve ser feita com auxílio de um instrumento de corte, com os frutos apoiados no chão, ou com uma guilhotina montada sobre uma mesa para atender a esse propósito (Figura 7). Para essa tarefa, recomenda-se o uso de equipamentos de proteção individual como luvas grossas e óculos, além do treinamento da equipe no manejo de ferramentas cortantes, para evitar acidentes. Esse processo deve ser executado no próprio local de coleta das amostras (mangas) para evitar o escape de insetos e disseminação da praga. Os dados de coleta devem ser anotados em planilha de campo, que deve conter informações de cada ponto, organizados por município, com coordenadas geográficas, número de frutos amostrados, presença/ausência da praga em cada fruto e número de insetos/fruto.

Fotos: Alessandra de Carvalho Silva



Figura 7. Ferramenta montada para abertura longitudinal de mangas (A), corte dos frutos (B) e exposição do interior do da semente (C).

No caso de dúvidas sobre a identificação dos insetos encontrados, uma amostra desses deve ser coletada em frasco com tampa e esse deve ser acompanhado de uma etiqueta de papel de com informações do local (cidade, estado e coordenadas geográficas) e coletor (sobrenome, vírgula, iniciais do primeiro nome e nome do meio). Insetos jovens devem ser inseridos em álcool 70% e insetos adultos devem ser mortos conforme normas internacionais (Almeida; Ribeiro-Costa, Marinoni, 2003).

Não há necessidade de descarte específico das formas jovens de *S. mangiferae* encontradas nos frutos amostrados, porque elas terão o seu desenvolvimento interrompido após a abertura dos frutos e a sua condição de exposição as tornarão vulneráveis a predadores generalistas, como pássaros e répteis. No caso dos adultos, eles devem ser mortos por esmagamento no próprio local de abertura dos frutos.

Considerações finais

Metodologias para levantamento e monitoramento de pragas quarentenárias são necessárias para que governos garantam as áreas livres de pragas, segurança fitossanitária para importadores e financeira para os produtores locais. Dentro do Brasil, o conhecimento sobre a distribuição de *S. mangiferae* nos municípios onde ela ocorre, bem como a taxa de infestação de mangueiras e a sua expansão em território brasileiro a partir de metodologias que permitam o levantamento dessas informações, darão suporte aos governos estaduais e federal para implementação de medidas de contenção da praga.

A metodologia apresentada teve como base a literatura sobre *S. mangiferae* disponível, o conhecimento dos autores sobre a praga, adquirido desde que ela foi encontrada pela primeira vez no Brasil, e as expertises de uma equipe multidisciplinar. A condição de ocorrência de *S. mangiferae* no país difere de outros países e pode diferir de outras regiões do próprio Brasil, onde a distribuição de mangueiras seja diferente da região metropolitana do Rio de Janeiro. Essa metodologia foi criada para municípios em que o cultivo de mangas não é de natureza comercial em sua maioria e que apresentam um mosaico de áreas urbanas e rurais com distribuição generalizada de

mangueiras, como é o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro. Portanto, provavelmente serão necessárias adaptações e validações para ser utilizada em outras regiões, além desta.

É muito importante determinar o objetivo do levantamento a ser realizado: detectar a presença da praga no município, conhecer a sua distribuição para tomada de decisão, conhecer o nível de infestação ou monitorar áreas com presença confirmada. Entretanto, sob o nosso olhar, essa metodologia consegue extrair todas essas informações, tendo, portanto, diferentes usos. Seja qual for o objetivo, recomenda-se o treinamento do pessoal técnico envolvido na pesquisa por profissional(is) designado(s) pelo Ministério da Agricultura e a necessidade de adaptações para ser usada.

Por fim, recomenda-se que nos estados produtores de manga no Brasil os governos estaduais se encarreguem de realizar um levantamento nos municípios onde as áreas de produção estejam localizadas, tanto quanto nos municípios vizinhos (zonas tampão adjacentes). Porém, para as áreas comerciais, a metodologia de tomada de amostras ainda necessita ser desenvolvida.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, L. M. D.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 78 p.

ANDERSON, R. S.; TANTOH, D. M.; AKOTSEN-MENSAH, C.; OSEI-SAFO, D.; AFREH-NUAMAH, K. Evaluation of traps and attractants for monitoring the mango stone weevil *Sternochetus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) in managed orchards in southern Ghana. **International Journal of Agricultural Research, Sustainability, and Food Sufficiency**, v. 3, n. 2, p. 41-51, 2016.

BALOCK, J.; KOZUMA, T. Notes on the biology and economic importance of the mango weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius), in Hawaii (Coleoptera: Curculionidae). **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, v.18, n. 3, p. 353-364, 1964.

BRAGARD, C.; DEHNEN-SCHMUTZ, K.; DI SERIO, F.; GONTHIER, P.; JACQUES, M. A.; MIRET, J. A. J...; MACLEOD, A. Pest categorisation of *Sternochetus mangiferae*. **EFSA Journal**, v. 16, n. 10, 2018. doi: 10.2903/j.efsa.2018. 5439.

BRAIMAH, H.; OWUSU-AKYAW, M.; ANNO-NYARKO, F. O.; TIMBILLA, J. A. Bio-ecological studies of the mango stone weevil in southern Ghana. **Ghana Journal of Agricultural Science**, v. 42, n. 1-2, p. 177-184, 2009.

BRAIMAH, H.; VAN EMDEN, H. Prospects and challenges for sustainable management of the mango stone weevil, *Sternochetus mangiferae* (F.) (Coleoptera: Curculionidae) in West Africa: a review. **International Journal of Pest Management**, Ghana, v. 56, n. 2, p. 91-101, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 34, de 5 de setembro de 2017. Detecção da praga quarentenária ausente *Sternochetus mangiferae* no Brasil. **Diário Oficial da União**, Seção 1, n. 177, p. 6, 14 set. 2017.

COMEX STAT. Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior. Exportação e importação geral. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/39689>. Acesso em: 07 ago. 2021.

CABI. ***Sternochetus mangiferae* (mango seed weevil)**. 2020. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16434>. Acesso em: 07 ago. 2021.

DASSOU, A.; GNANVOSSOU, D.; HANNA R.; BOKONON-GANTA, A. The role of abiotic factors on both mango infestation and *Sternochetus mangiferae* abundances in mango agroecosystems in Benin. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 38, n. 3, p. 232–242, 2018.

EPPO. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Diagnostics: *Sternochetus mangiferae*. **OEPP/EPPO Bulletin**, v. 41, p. 352–356, 2011.

FERREIRA, D. F. **Estatística Básica**. Lavras: UFLA, 2009. 664 p. v. 1.

FOLLETT, P. A.; GABBARD, Z. Effect of mango weevil (Coleoptera: Curculionidae) damage on mango seed viability. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 4, p. 1237–1240, 2000.

GODSE, S. K.; BHOLE, S.R. Screening of mango varieties/cultivars against mango stone weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius). **Insect Environment**, v. 9, n. 3, p. 139-141, 2003.

INDIA. Ministry of Agriculture, Department of Agriculture & Cooperation, Directorate of Plant Protection, Quarantine & Storage. **Requirements for establishment of pest free area for mango nut (seed) weevil (*Sternochetus mangiferae*) and pulp weevil (*S. frigidus*)**. 2005. Disponível em: <https://plantquarantineindia.nic.in/PQISPub/pdf/NSPM13%20PFA%20for%20Mangonut%20and%20Pulp%20Weevil.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2021.

HANSEN, J. D.; ARMSTRONG, J. W.; BROWN, S. A. The distribution and biological observations of the mango weevil, *Cryptorhynchus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae), in Hawaii. **Proceedings, Hawaiian Entomological Society**, v. 29, p. 31-40, 1989.

LOUW, C. E. **Biology and control of the mango seed weevil in South Africa**. 2008. Thesis (Magister Scientiae) - Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of the Free State, Bloemfontein, South Africa, 2008. 236 p.

MITCHELL, W. C. Fruit Flies and mango seed weevil in relation to quarantine. In: **PROCEEDINGS OF CONFERENCE ON MANGO IN HAWAII** Honolulu: University of Hawaii, 1993. p. 5–9.

PATEL, K. M.; SIDDHAPARA, M. R.; RADADIA, G. G. Survey of mango stone weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) and pulp weevil, *Sternochetus frigidus* (Fabricius) (Curculionidae: Coleoptera) in South Gujarat. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 4, p. 1490-1496, 2018.

PEÑA J. E. Integrated pest management and monitoring techniques for mango pests. In: PINTO A. C. Q.; PEREIRA, M. E. C.; ALVES, R. E. (ed.). **Proceeding of the VII International Mango Symposium**. Brugge: International Society for Horticultural Science, 2004. p. 51-161 (Acta Horticulturae, 645). Disponível em: https://www.actahort.org/books/645/645_11.htm. Acesso em: 09 set. 2021.

SILVA, A. C.; RICALDE, M. P. First occurrence of *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 5, p. 587-590, 2017.

Embrapa

Agrobiologia

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL