

ROGÉRIO MACHADO PEREIRA

IDENTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE COLEOBROCAS EM MANGUEIRAS  
COM SECA CAUSADA POR *Ceratocystis fimbriata*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

P436i  
2013

Pereira, Rogério Machado, 1987-  
Identificação e distribuição de coleobrocas em mangueiras  
com seca causada por *Ceratocystis fimbriata* / Rogério  
Machado Pereira. – Viçosa, MG, 2013.  
viii, 29f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa  
Referências bibliográficas: f. 25-29

1. Coleoptera. 2. Besouro. 3. *Hypocryphalus mangiferae*.  
4. *Ceratocystis fimbriata*. 5. Análise espacial (Estatística).  
6. *Mangifera indica*. 7. Microscopia eletrônica.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 595.76

MINAS GERAIS - BRASIL  
2013

ROGÉRIO MACHADO PEREIRA

IDENTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE COLEOBROCAS EM MANGUEIRAS  
COM SECA CAUSADA POR *Ceratocystis fimbriata*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 05 de Fevereiro de 2013.

---

André Gomes Coelho de Souza

---

Flávio Lemes Fernandes

---

Gustavo Ferreira Martins  
(Coorientador)

---

Luiz Antonio Maffia  
(Coorientador)

---

Marcelo Coutinho Picanço  
(Orientador)

*A Deus, a quem devo tudo.*

## Agradeço

*Aos meus pais, Pedro Rodrigues Pereira, Maria Jordelina Machado Pereira,*

*pelo amor, dedicação e incentivos;*

*Ao meu irmão, Ruiteir Machado Pereira, pela amizade;*

*À Dayana Brant, pelo carinho e incentivo incondicionais.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

A Fundação Vale pelo financiamento do projeto e recursos concedidos para o desenvolvimento do trabalho dessa dissertação.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela orientação e amizade ao longo desses anos de convívio. À sua família pelos momentos agradáveis proporcionados.

Aos professores responsáveis pelos conhecimentos adquiridos durante a minha formação.

Aos membros da banca de dissertação André Gomes Coelho de Souza, Flávio Lemes Fernandes, Gustavo Ferreira Martins e Luiz Antonio Maffia pelas críticas, sugestões e dedicação na melhoria do trabalho.

Às secretárias do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Silvânia e Cláudia, pela dedicação e seriedade.

Ao funcionário José Evaristo, pela amizade e por sempre estar à disposição em ajudar.

Aos colegas da Pós-graduação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Antônio, Gerson, Geversson Aelton, Jander, Jorgiane, Matheus, Nilson, Renata, Ricardo, Rodrigo, Tarcísio e Vânia pelo convívio, troca de conhecimentos e especialmente pela ajuda neste trabalho.

Aos mestres e doutores que passaram pelo Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Bacci, Darley, Elisa, Elisangela, Ézio, Emerson, Flávio, Hudson, Jardel, Júlio, Mateus Campos, Pablo e Renan.

Aos estagiários do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Adriano, Dalton, Elenir, Elizeu, Gepoliano, Izailda, João, Joel, Jorgiane, Mayara, Mirian, Obiratânia, Paulo, Reginaldo, Silvério, Suzana, Thadeu e Tiago, pela amizade e valiosa ajuda durante a execução deste trabalho.

Ao professor Gustavo Ferreira Martins pela ajuda concedida com relação microscopia realizada e pela amizade.

Ao professor Luiz Antonio Maffia e seus orientados, André e Yuri, pelo companheirismo e viagens realizadas com eles.

Ao professor Carlos Alberto Hector Flechtmann da UNESP - Universidade Estadual Paulista, campus de Ilha Solteira, pela identificação das espécies de coleobrocas dessa dissertação.

Aos colegas do curso de Agronomia 2006 pela amizade e o agradável convívio durante a graduação.

Aos colegas do curso de mestrado e doutorado pelo agradável convívio durante as disciplinas.

A toda a minha família pelo apoio.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA

ROGÉRIO MACHADO PEREIRA, filho de Pedro Rodrigues Pereira e Maria Jordelina Machado Pereira, nasceu em Mineiros, Goiás, no dia 12 de Junho de 1987. Em dezembro de 2005, concluiu o segundo grau na Escola Educandário Nascentes do Araguaia.

Em maio de 2006, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em janeiro de 2011. Durante a graduação, de outubro de 2006 a fevereiro de 2011 foi estagiário no Laboratório de Manejo Integrado do Departamento de Entomologia da UFV, sob orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Neste período desenvolveu vários trabalhos na área de Manejo Integrado de Pragas em diversas culturas. Foi bolsista de Iniciação Científica do pelo PNP&D-café, da Embrapa Café, pelo programa FUNARBIC e PROBIC/FAPEMIG. Foi monitor da disciplina de Entomologia Agrícola por quatro semestres coordenado pelo Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Em março de 2011 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2013.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	ix
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	x
2.1. Identificação das coleobrocas associadas às mangueiras com sintomas da doença.....	xi
2.2. Investigação da presença de fungos nas coleobrocas.....	xi
2.2.1. Exame das coleobrocas por microscopia eletrônica de varredura	xi
2.2.2. Isolamento de <i>C. fimbriata</i> nas serragens das coleobrocas.....	xii
2.3. Distribuição espacial das coleobrocas no caule das mangueiras...	xiii
2.3.1. Distribuição espacial das coleobrocas no tronco das mangueiras	
.....	xiii
2.3.2. Distribuição espacial das coleobrocas nos galhos das mangueiras	
.....	xiv
2.3.3. Análise dos dados.....	xvi
3. RESULTADOS.....	xvi
3.1. Espécies de coleobrocas.....	xvi
3.2. Isolamento do fungo na serragem produzida pelas coleobrocas.....	xvii
3.4. Distribuição do ataque das coleobrocas no tronco em função da severidade da doença.....	xx
4. DISCUSSÃO.....	29
5. CONCLUSÕES.....	32
6. LITERATURA CITADA.....	33

## RESUMO

PEREIRA, Rogério Machado, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Identificação e distribuição de coleobrocas em mangueiras com seca causada por *Ceratocystis fimbriata***. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Coorientadores: Luiz Antonio Maffia e Gustavo Ferreira Martins.

O fungo *Ceratocystis fimbriata* é o agente causal da seca da mangueira que é uma importante doença da cultura da manga (*Mangifera indica* L.). Os vetores do patógeno são besouros broqueadores de caule (coleobrocas). Para o controle das doenças que possuem insetos vetores é importante o entendimento dos mecanismos de disseminação da doença. Assim este trabalho teve por objetivo (i) determinar as principais espécies de coleobrocas associadas às plantas com seca da mangueira, (ii) investigar a presença de fungos no corpo das coleobrocas e (iii) como ocorre à dispersão de coleobrocas no dossel de mangueiras com seca. Esse conhecimento será útil em determinar a dispersão de *C. fimbriata*. Os Coleoptera *Ambrosiodmus obliquus*, *Ambrosiodmus opimus*, *Euplatypus parallelus*, *Hypocryphalus mangiferae*, *Xyleborus affinis* e *Xylopsocus* sp. estiveram broqueando o caule das mangueiras com sintomas de seca causada por *C. fimbriata*. As espécies mais abundantes foram *H. mangiferae* e *X. affinis* nas quais se observaram estruturas fúngicas na superfície corporal, micângio e serragens eliminadas. As coleobrocas estiveram presentes em plantas tanto com progresso basípeto como acrópeto dos sintomas da seca da mangueira. A distribuição espacial das coleobrocas no caule das mangueiras foi agregada. Em plantas de *M. indica* L. com maior severidade da seca da mangueira tiveram maior intensidade de ataque das coleobrocas.

## ABSTRACT

PEREIRA, Rogério Machado, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Identification and distribution of stem borers on plants with mango sudden decline caused by *Ceratocystis fimbriata***. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisers: Luiz Antonio Maffia and Gustavo Ferreira Martins.

The fungus *Ceratocystis fimbriata* is the causal agent of mango sudden decline, an important disease of mango trees (*Mangifera indica* L.). The vectors of the pathogen are stem borers. To control diseases that have insects as vectors is important to understand how they spread the disease. Thus this study aimed (i) determine the main species of beetles in plants with mango sudden decline (ii) investigate the presence of the fungus on the body of beetles and (iii) how occurs the dispersal of beetle in the canopy of diseased mango trees. This knowledge is useful in determining the dispersion of *C. fimbriata*. The beetles found in mango plants drilling stems with symptoms of mango decline caused by *C. fimbriata* were the Coleoptera *Ambrosiodmus obliquus*, *Ambrosiodmus opimus*, *Euplatypus parallelus*, *Hypocryphalus mangiferae*, *Xyleborus affinis* e *Xylopsocus* sp. The most abundant species were *H. mangiferae* and *X. affinis*, where we observed fungal structures in their body surface, micangia and sawdust released out of the holes. The beetles were found on plants with basipetal and acropetal spread of symptoms in diseased mango trees. The spatial distribution of beetles in the stem was aggregated. In plants of *M. indica* with the highest severity of the disease had a greater intensity of attack by the beetles.

## 1. INTRODUÇÃO

Os insetos constituem um dos principais grupos de vetores de fitopatógenos, sendo transmissores de vírus, fungos, bactérias, nematóides e fitoplasmas. As espécies de insetos vetoras de fitopatógenos pertencem principalmente às ordens Hemiptera, Thysanoptera e Coleoptera (Kimati et al., 1997; Gallo et al., 2002). Entre os Coleoptera que são vetores de fitopatógenos estão os Curculionidae: Scolytinae e os Platypodidae que são chamados de besouros de “ambrósia”. Esses besouros confeccionam galerias no caule das plantas e inoculam fungos que causam doenças às plantas, sendo que existe simbiose entre estes insetos e os fungos (Dorval et al., 2004).

O fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted é o agente causal da seca da mangueira (*Mangifera indica* L.) que é uma importante doença desta cultura no Brasil, no Paquistão e no Sultanato de Omã causando a morte das plantas (Ribeiro, 1997; Al Adawi et al., 2006; Masood et al., 2010). Entre as formas de disseminação desta doença estão os solos infestados e os Curculionidae: Scolytinae (Rosseto & Ribeiro, 2002; Pinto, 2004). A espécie de besouro que é conhecida como vetora da seca da mangueira é *Hypocryphalus mangiferae* (Stebbing) (Flechtmann et al., 1995; Masood et al., 2008; Al Adawi et al., 2012). Para o controle das doenças que possuem insetos vetores é importante o entendimento do mecanismo de disseminação da doença pelo inseto. Este conhecimento possibilita o estabelecimento de estratégias adequadas de manejo da doença como dos seus insetos vetores (Masood et al., 2010).

Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas nos estudos de dispersão fungos por besouros está o uso de microscopia e a determinação da distribuição espacial dos insetos vetores no dossel das plantas. O uso de microscopia é útil para entender o mecanismo de transporte dos esporos dos fungos pelos insetos vetores (Lewinsohn et al., 1994; Van Zandt et al., 2003;

Yamoah et al., 2008). Já os estudos de distribuição espacial dos insetos vetores no dossel das plantas possibilitam a determinação dos locais da planta onde eles inoculam o patógeno e a disseminam pela planta. Entre as ferramentas que podem ser utilizadas nos estudos de distribuição espacial dos organismos está a geoestatística (Midgarden et al., 1993; Ellsbury et al., 1998; Wright et al., 2002).

O padrão de distribuição espacial das pragas pode ser agregado, aleatório ou uniforme (Elliott, 1983; Krebs, 1989). O uso da geoestatística possibilita a determinação do grau de dependência entre amostras no espaço utilizando semivariâncias (Barrigossi et al., 2001; Bacca et al. 2006). Os principais parâmetros determinados nos modelos de geoestatística são o efeito pepita (valor da semivariância entre amostras cuja distância entre elas tenderia a zero), o patamar (valor máximo da semivariância em amostras com dependência espacial), o alcance (distância dentro da qual as amostras estão alto correlacionadas) e o grau de dependência espacial (GDE) entre as amostras (Gumprecht et al., 2009).

Este trabalho teve por objetivo (i) determinar as principais espécies de coleobrocas associadas às plantas com seca da mangueira, (ii) investigar a presença de fungos no corpo das coleobrocas e (iii), como ocorre a dispersão das coleobrocas no dossel da mangueira com seca. Esse conhecimento será útil em determinar a dispersão de *C. fimbriata*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado monitorando-se plantas de *M. indica* em Bom Jesus do Norte-ES (21,1148°S; 41,7031° O; 98,18m), Frutal-MG (19,9581° S; 48,9084° O; 516m), Itaocara-RJ (21,6354° S; 41,9515°O; 74,87m), Itaperuna-RJ (21,1936° S; 41,9047° O; 198,4m) e São Fidelis-RJ (21,6512° S; 41,8728° O;

55,64m) nos anos de 2011 e 2012. As plantas em Frutal eram das variedades Palmer e Tommy Atkins e possuíam cerca de oito anos de idade. Nos demais locais as plantas possuíam mais de 15 anos de idade e eram da variedade Espada.

## **2.1. Identificação das coleobrocas associadas às mangueiras com sintomas da doença**

Nas plantas com sintomas da seca da mangueira a cada dois meses foram coletados seções de tronco de 5 x 10 x 3 cm (largura x altura x profundidade) e pedaços de galhos de 50 cm de comprimento. Estas amostras do caule das plantas foram acondicionadas em sacola de papel pardo do tipo *kraft* e transportadas para laboratório de Manejo Integrado de Pragas (MIP) da Universidade Federal de Viçosa. No laboratório as amostras de caule foram seccionadas e os adultos de coleobrocas presentes foram coletados, separados em morfo-espécies. Foi anotada a densidade e frequência de ocorrência de cada morfo-espécie. Posteriormente, os espécimes foram armazenados em tubos tipo Eppendorf de 2 mL com solução etanólica a 70%. Em seguida os besouros foram identificados pelo Prof. Carlos Alberto Hector Flechtmann da UNESP (Ilha Solteira, SP).

Foram avaliadas as densidades das espécies de coleobrocas mais abundantes (*H. mangiferae* e *X. affinis*) em 30 plantas da variedade Espada em Itaperuna e 22 plantas da variedade Espada em Itaocara RJ. Em cada planta foi avaliada o número de galerias de cada espécie numa área de 5 cm de largura x 10 cm de altura na parte central do tronco.

## **2.2. Investigação da presença de fungos nas coleobrocas**

### **2.2.1. Exame das coleobrocas por microscopia eletrônica de varredura**

Os adultos das coleobrocas foram coletados conforme descrito no item 2.1. Estes insetos foram acondicionados em tubos tipo Eppendorf de 2 mL

contendo o fixador Zamboni (Stefanini, 1967). O material foi transportado para laboratório onde foi armazenado a 4° C. Os insetos foram retirados dos frascos e submetidos a três lavagens com PBS 0,1 M (Tampão Fosfato). Seis insetos de cada espécie encontradas nesse estudo foram desidratados em série etanólica com concentrações de 70, 80, 95 e 100%, com intervalos de 10 min entre as trocas. Após a desidratação, os insetos foram submetidos à secagem ao ponto crítico no aparelho Bal-tec, CPD 030. Os insetos foram montados sobre suportes metálicos (*stubs*) metalizados com ouro, no metalizador FDU 0.10. Posteriormente os insetos foram examinados e fotografados em microscópio eletrônico de varredura (MEV LEO VP, 1430) no Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV.

### **2.2.2. Isolamento de *C. fimbriata* nas serragens das coleobrocas**

Cada unidade experimental foi constituída por uma planta de manga (*M. indica*) com sintomas da doença. No tronco da planta foi coletado serragem das coleobrocas e tecido vegetal do lenho. Foram avaliadas 50 mangueiras (repetições). As amostras de serragens das coleobrocas (1 mL de serragem) foram acondicionadas em tubo Eppendorf de 2 mL. A casca do tronco foi removida no local da planta de coleta do tecido vegetal. Neste local foi retirada uma seção do lenho do tronco de 5 x 10 x 3 cm (largura x altura x profundidade). Cada amostra foi acondicionada em sacola de papel *kraft* de 2 litros e transportada para laboratório.

Nesse levantamento além das serragens e do tecido vegetal foi usado um controle com discos de cenoura. Para os isolamentos foram utilizadas iscas de cenouras (Baker & Harrington, 2004). Essa técnica de isolamento é seletiva ao fungo *C. fimbriata* (Moller & De Vay, 1968). Entre os discos de cenoura foi adicionado as serragens das coleobrocas ou o tecido vegetal (3 cm de altura x

2 cm de comprimento x 0,5 cm de espessura). Os discos foram acondicionados em placas de Petri e elas foram mantidas por 10 dias em câmara de germinação (modelo 347 CDG) a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Após esse período, foi avaliada a esporulação do fungo em cada disco. As estruturas fúngicas avaliadas apresentavam peritécios escuros, com ostíolos longos e ascos nas suas extremidades.

### **2.3. Distribuição espacial das coleobrocas no caule das mangueiras**

Este estudo foi realizado em Itaocara, RJ e ele foi dividido em duas partes. Na primeira parte foi avaliada a distribuição espacial das galerias das coleobrocas nos troncos de 24 plantas com diferentes graus de severidade da seca da mangueira. Já a segunda parte desse estudo avaliou-se mensalmente a distribuição espacial das galerias das coleobrocas em troncos de seis plantas por três meses. A avaliação da severidade da doença foi realizada usando a seguinte fórmula: Severidade (%) =  $100 \times (\text{N}^\circ \text{ de ramos com sintoma} \div \text{N}^\circ \text{ de ramos totais})$ . Um ramo foi considerado com sintoma da doença quando havia goma na sua superfície e o seu sistema vascular estava escuro (Al Adawi et al., 2006).

#### **2.3.1. Distribuição espacial das coleobrocas no tronco das mangueiras**

O tronco das plantas foi subdividido em retângulos de 15 x 20 cm e a posição de cada retângulo foi anotada. Para tanto, inicialmente com um GPS anotou-se a posição geográfica do tronco e com o uso de uma fita graduada em milímetros anotou-se a altura e posicionamento na circunferência da árvore onde cada retângulo se encontrava.

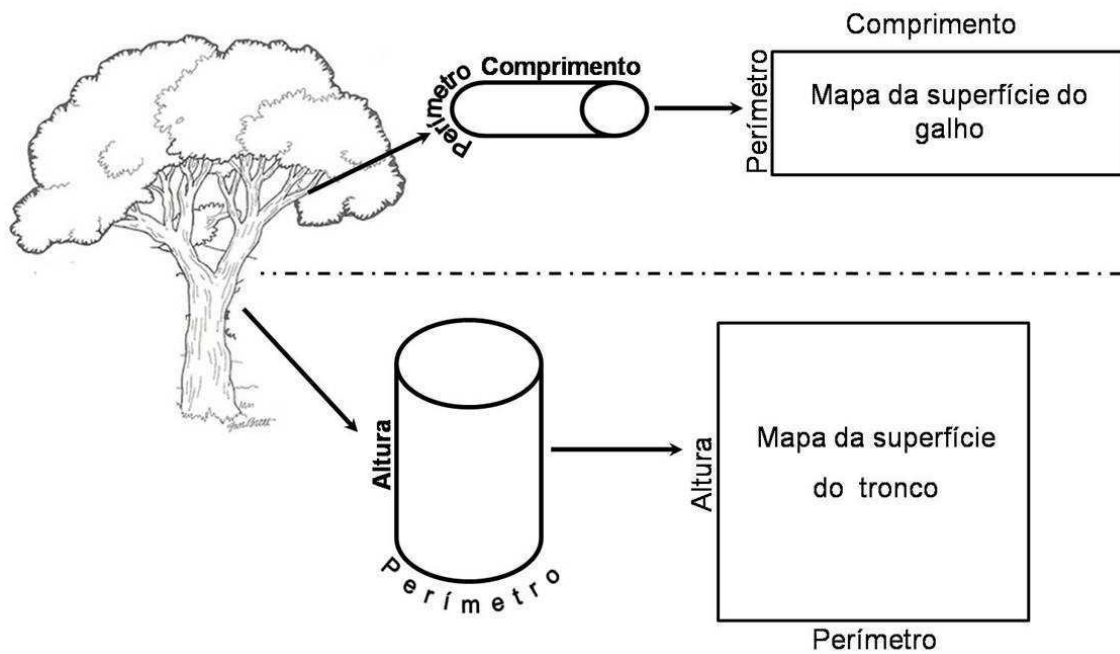
O tronco das plantas foi fotografado e as fotos foram tiradas com câmera fotográfica Canon (modelo EOS REBEL XS) usando lente EF 100 mm f/2.8 Macro USM. Para obter o contraste desejado foi usada luz de flash posicionado lateralmente a planta de forma que a casca ficasse clara e as galerias feitas

pelas coleobrocas fossem escuras. As fotos foram etiquetadas tomando como ponto de referência o norte magnético, para que todas as plantas tivessem um mesmo ponto inicial no caule.

No laboratório, as imagens foram preparadas para facilitar análise das mesmas. Na preparação das imagens as galerias dos insetos foram marcadas uma a uma manualmente com cor verde e o fundo pintado de branco no software Paint.NET 3.5. Em seguida os pontos foram referenciados nos eixos x e y no programa ImageTool 3.0 e transferidos para planilhas eletrônicas. Depois que os dados de posicionamento das galerias estavam em planilhas de Excel R, esses foram agrupados em amostras de 5 x 5 cm, obtendo - se assim de 120 a 890 amostras por tronco avaliado (Figura 1).

### **2.3.2. Distribuição espacial das coleobrocas nos galhos das mangueiras**

Foram coletados galhos de 16 plantas. Em oito destas plantas a doença se propagou dos galhos para a base da planta (progresso dos sintomas basípeto) e nas outras oito a doença se propagou da base para o ápice da planta (progresso dos sintomas acrópeto). Os galhos foram transportados para o laboratório. No laboratório, os galhos foram fotografados com a mesma máquina fotográfica descrita anteriormente. Após isso, as imagens obtidas de cada galho foram submetidas ao mesmo processo de análise descrito para os troncos, desde a contagem e o até o mapeamento das galerias. Porém, os quadrantes (pontos) dos galhos foram de 1 x 1 cm, e o número de pontos por galho variou de 210 a 926 pontos (Figura1).



**Figura 1.** Esquema ilustrativo da coleta dos dados a serem usados no estudo da distribuição espacial das colebrocas nos tronco e galhos das mangueiras. Nos mapas as superfícies cilíndricas dos galhos e tronco são representadas numa superfície plana.

### 2.3.3. Análise dos dados

Com os dados de posicionamento das galerias em cada tronco ajustaram-se três modelos de semivariogramas: esférico, exponencial e Gaussiano (Liebhold et al., 1993). Com os parâmetros dos semivariogramas ( $C_0$ ,  $C+C_0$  e  $A_0$ ) foi verificado se a dependência espacial era igual para todas as direções ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  e  $135^\circ$ ).

A qualidade de ajuste e seleção do melhor modelo de semivariograma foi realizada pela validação cruzada, usando-se todos os pontos de amostragem. Pela validação cruzada foram obtidos os parâmetros  $\beta_0$  (intercepto) e  $\beta_1$  (inclinação) do ajuste do modelo de regressão linear entre os valores observados e os estimados pelo modelo de semivariograma (Isaaks & Srivastava, 1989). Também foi utilizado a soma dos quadrados do resíduo (SQR) e o coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) para validação dos modelos (Murphy & Sternitzke, 1979).

Após a seleção do modelo, utilizou-se a metodologia da Krigagem para construção dos mapas de distribuição das galerias confeccionadas pelas coleobrocas nos troncos avaliados (Farias et al., 2003). Todas as análises espaciais foram realizadas usando o programa GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences Versão 7.0.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Espécies de coleobrocas

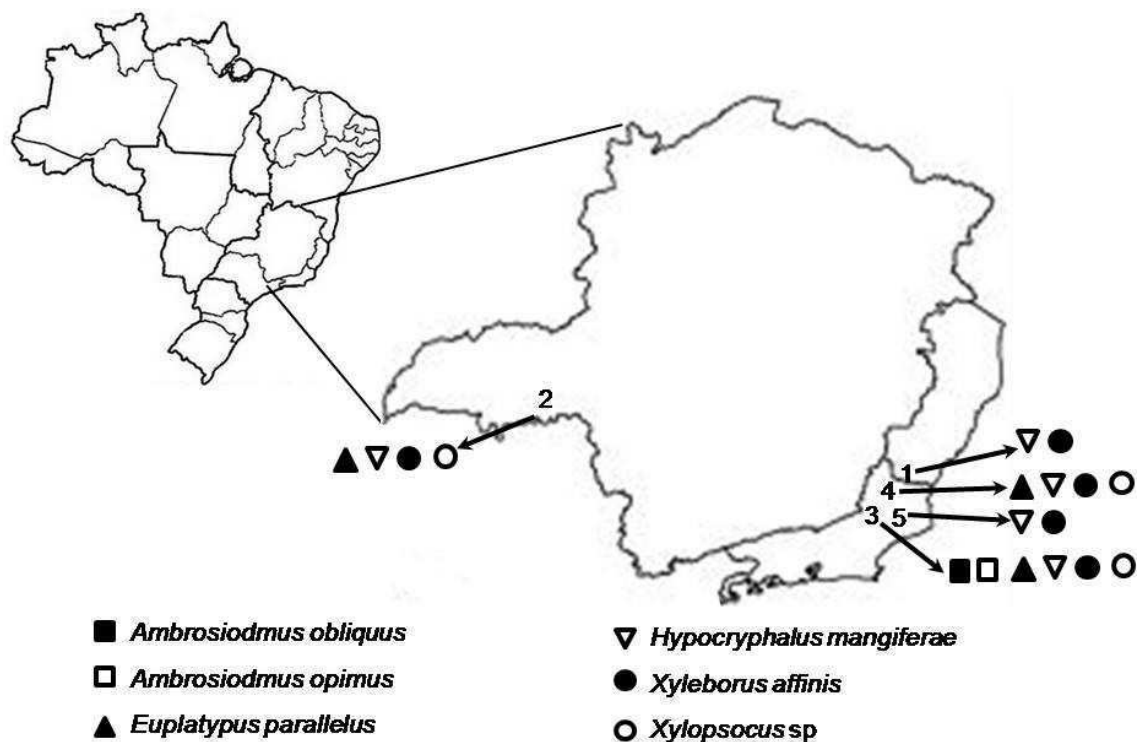
Observaram-se seis espécies de Coleoptera broqueando o caule de mangueiras com a presença do fungo *C. fimbriata*. As espécies observadas foram *Ambrosiodmus obliquus* (LeConte), *Ambrosiodmus opimus* (Wood), *H.*

*mangiferae* e *X. affinis* (Curculionidae: Scolytinae); *Euplatypus parallelus* (Fabr.) (Platypodidae: Platypodinae) e *Xylopsocus* sp. (Bostrichidae: Bostrichinae). *A. obliquus* e *A. opimus* foram observadas broqueando a casca dos galhos. *E. parallelus* e *Xylopsocus* sp. foram observadas broqueando o tronco, sobretudo seu lenho. *H. mangiferae* foi observada na casca de galhos e tronco. Já *X. affinis* foi observada broqueando o lenho do tronco (Figura 2).

As espécies de coleobrocas com mais frequentes e abundantes nas mangueiras infectadas com o fungo *C. fimbriata* foram *H. mangiferae* e *X. affinis* (Figuras 2 e 3). A intensidade de ataque de *H. mangiferae* e *X. affinis* variou em função da localidade geográfica. Em Itaperuna foi observado uma maior intensidade de ataque de *X. affinis* às mangueiras do que de *H. mangiferae*, sendo que o inverso ocorreu em Itaocara (Figura 3).

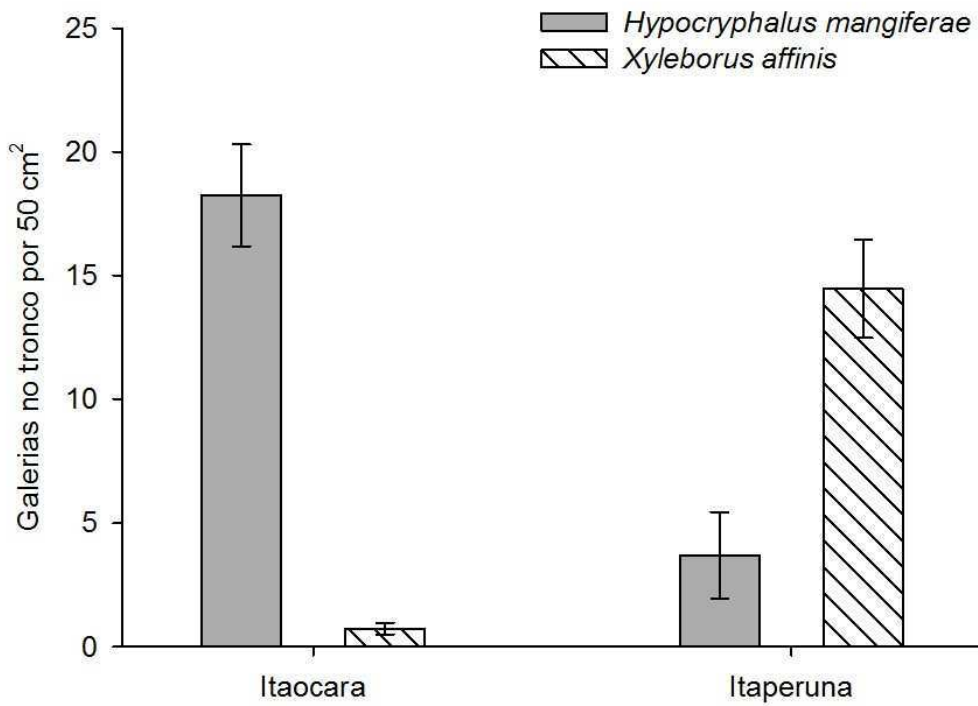
### **3.2. Isolamento do fungo na serragem produzida pelas coleobrocas**

Em 7% das amostras com a serragem produzida pelas coleobrocas foi isolado o fungo *C. fimbriata*. Em todas as amostras do tecido dos caules com sintoma da doença também foi isolado *C. fimbriata*. Já nos discos de cenoura usados como controle o fungo não apareceu (Figura 4). As colônias nos discos se caracterizavam por apresentar peritécio escuro, com ostíolos longos e ascos nas suas extremidades.

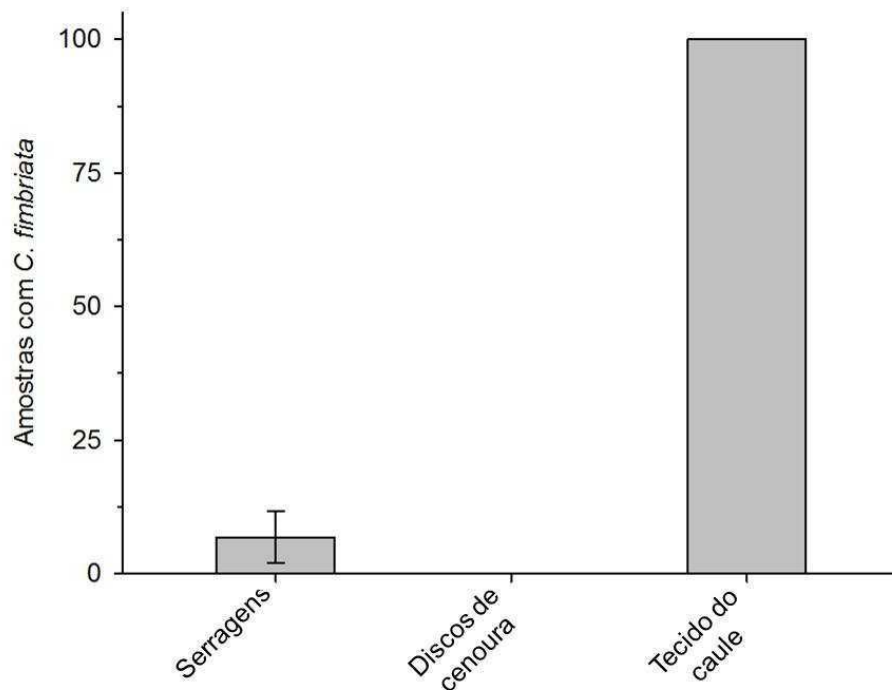


Legenda	Município	Latitude (° S)	Longitude (° O)	Altitude (m)	Temperatura (° C)	Precipitação (mm/ano)
1	Bom Jesus do Norte - ES	21,1148	41,7031	98,18	26,35	875,60
2	Frutal - MG	19,9581	48,9084	516,00	25,10	1230,10
3	Itaocara - RJ	21,6354	41,9515	74,87	24,50	958,20
4	Itaperuna - RJ	21,1936	41,9047	198,4	25,45	864,50
5	São Fidelis RJ	21,6512	41,8728	55,64	25,80	1547,90

**Figura 2.** Espécies de Coleoptera observadas broqueando o caule de mangueiras com ataque de *Ceratocystis fimbriata* em cinco locais.



**Figura 3.** Número (média  $\pm$  erro padrão) de galerias de *Hypocryphalus mangiferae* e *Xyleborus affinis* em mangueiras em Itaocara e Itaperuna, RJ.



**Figura 4.** Percentagem de isolamento de *Ceratocystis fimbriata* em amostras de serragem das coleobrocas, de discos de cenoura usados como controle e de tecido dos caules com sintoma da seca da mangueira.

### **3.3. Presença de estruturas fúngicas nas coleobrocas**

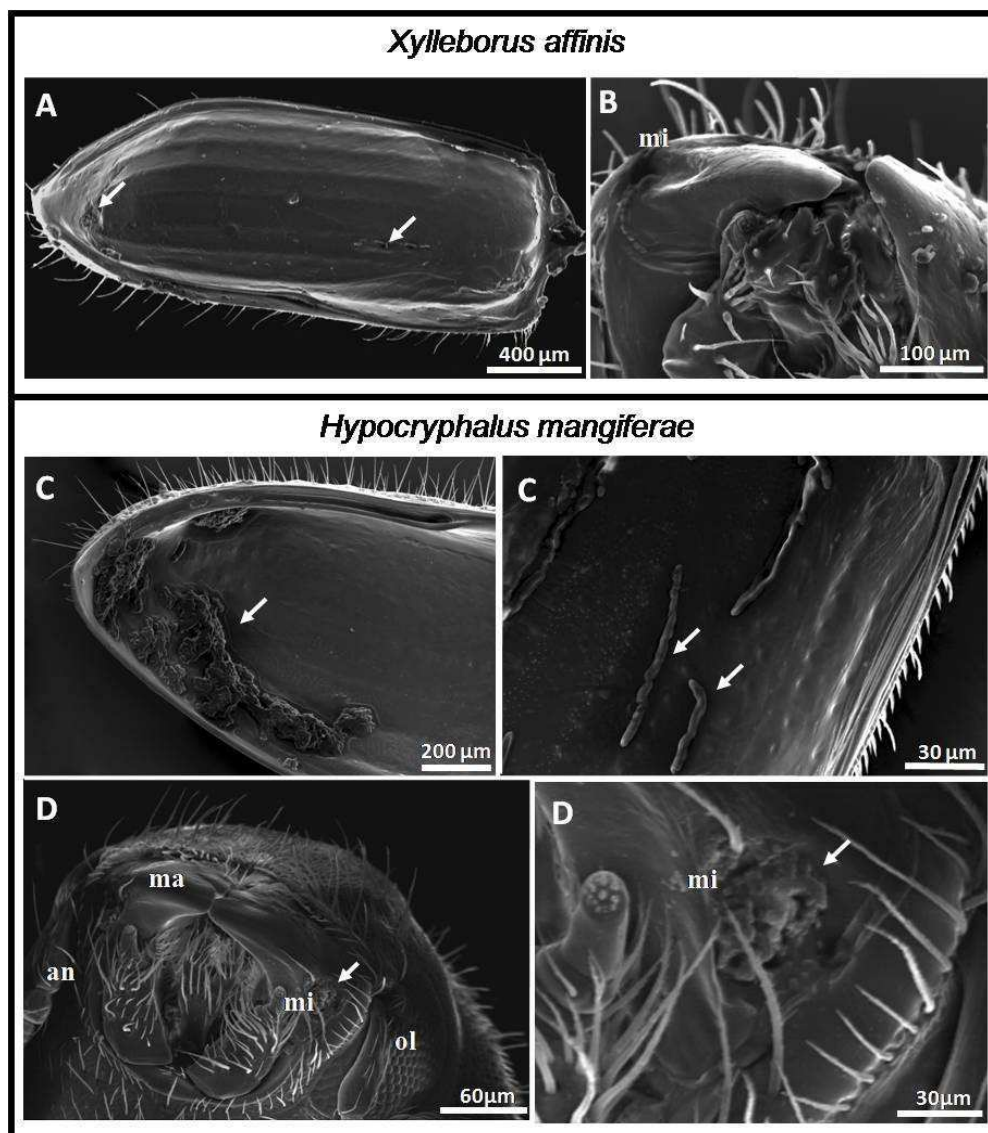
Foram observadas estruturas fúngicas aderidas às superfícies corporais de *H. mangiferae* e *X. affinis*, sobretudo na parte inferior e distal de seus elítros. Em *H. mangiferae* e *X. affinis* também foi observado a existência na base da mandíbula uma depressão formando um micângio. Em *H. mangiferae* foi observada a presença de estruturas fúngicas nesse micângio, sendo que o mesmo não foi verificado nos espécimes de *X. affinis* usados nas observações (Figura 5).

Em *A. obliquus*, *A. opimus*, *E. parallelus* e *Xylopsocus* sp. não foram observadas estruturas fúngicas aderidas à superfície corporal destes besouros. Também não foi observada nessas quatro espécies de besouros a existência de micângios.

### **3.4. Distribuição do ataque das coleobrocas no tronco em função da severidade da doença**

Verificou-se correlação positiva ( $r=0,58$ ;  $t=3,38$ ;  $p = 0,0014$ ) entre a intensidade de ataque de coleobrocas versus a severidade da seca da mangueira.

Dos 72 modelos de distribuição espacial do ataque das coleobrocas nos troncos da mangueira em função da severidade da seca da doença selecionou-se 24 modelos. Estes modelos foram selecionados por eles apresentarem os maiores coeficientes de regressão e as menores somas de quadrados do resíduo. Destes modelos 11 foram exponenciais, seis esféricos e sete gaussianos. Os alcances variaram de 5,60 a 53,10 cm; o efeito pepita de 0,02 a 5,14 e o patamar de 0,04 a 53,79 (Tabela 1). Não foram observadas correlações significativas entre o alcance dos modelos de distribuição espacial do ataque das coleobrocas ao tronco das plantas com a intensidade de ataque dos insetos ( $r=0,12$ ;  $t=0,58$ ;  $p=0,2851$ ) e com a severidade da doença ( $r=0,11$ ;  $t=0,54$ ;  $p=0,2973$ ). Verificou-se um padrão agregado de distribuição das galerias nos troncos avaliados e um aumento das galerias de acordo com a severidade da doença (Figura 6).

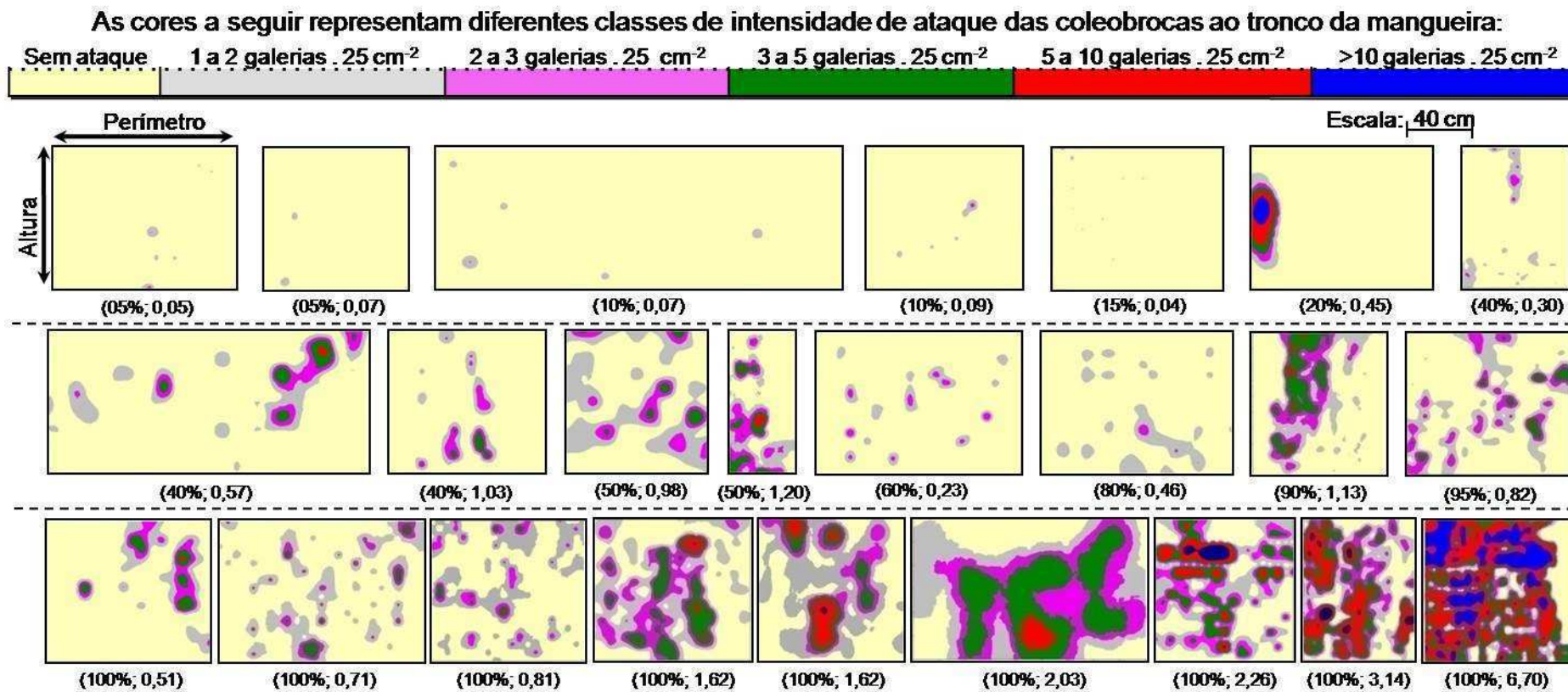


**Figura 5.** Micrografias eletrônicas de varredura: (A) élitro e (B) micângio de *Xyleborus affinis*, (C) élitro e (D) micângio de *Hypocryphalus mangiferae*, (an) antena, (ma) mandíbula, (mi) micângio e (ol) olho, as setas apontam estruturas fúngicas nos élitros e micângio.

**Tabela 1.** Severidade da doença (% da planta com sintoma), intensidade de ataque e características dos modelos de distribuição espacial das coleobrocas nos troncos de 24 mangueiras com *Ceratocystis fimbriata*.

Planta	Severidade da doença (%)	Intensidade de ataque de coleobrocas*			Características do modelo de geoestatística selecionado*								
		Total de galerias no tronco	Galerias em 25 cm <sup>2</sup>	Nº de amostras	Modelo	$\beta_1$	$\beta_0$	SQR	$C_0$	$C_0+C$	$A_0$	$R^2$	GDE
1	5	35	0,05 ± 0,01	722	Exponencial	0,79	0,01	0,00	0,02	0,10	23,70	0,75	0,20
2	5	17	0,07 ± 0,02	259	Exponencial	0,87	0,01	0,00	0,03	0,07	10,53	0,09	0,41
3	10	20	0,07 ± 0,02	275	Exponencial	0,03	0,07	0,00	0,03	0,11	12,56	0,61	0,24
4	10	31	0,09 ± 0,02	360	Exponencial	0,19	0,07	0,00	0,04	0,16	11,70	0,17	0,24
5	15	10	0,04 ± 0,01	270	Exponencial	-0,10	0,04	0,00	0,02	0,04	5,60	0,20	0,50
6	40	211	0,30 ± 0,03	701	Exponencial	0,77	0,07	0,01	0,17	0,48	21,91	0,73	0,36
7	20	121	0,45 ± 0,07	270	Esférico	1,00	-0,02	2,87	1,95	6,17	16,16	0,42	0,32
8	40	135	0,57 ± 0,12	235	Gaussiano	0,83	0,06	0,06	0,08	0,81	8,49	0,26	0,09
9	40	372	1,03 ± 0,14	360	Exponencial	0,95	0,02	0,03	0,22	1,05	17,10	0,71	0,21
10	50	118	0,98 ± 0,11	121	Gaussiano	0,37	0,61	0,01	0,42	1,59	6,63	0,47	0,27
11	50	535	1,20 ± 0,09	445	Esférico	0,97	0,04	0,72	1,64	3,63	25,10	0,78	0,45
12	60	105	0,23 ± 0,03	450	Gaussiano	0,50	0,12	0,01	0,10	0,40	7,10	0,13	0,25
13	80	133	0,46 ± 0,05	287	Esférico	0,37	0,27	0,00	0,18	0,54	8,18	0,17	0,33
14	90	775	1,13 ± 0,07	686	Exponencial	0,97	0,04	0,09	1,03	3,63	53,10	0,98	0,28
15	95	434	0,82 ± 0,06	531	Esférico	0,86	0,12	0,03	0,45	1,78	13,00	0,91	0,25
16	100	139	0,51 ± 0,07	271	Esférico	0,84	0,08	0,04	0,29	1,50	11,93	0,74	0,19
17	100	294	0,71 ± 0,05	413	Exponencial	0,58	0,29	0,04	0,13	1,23	9,00	0,33	0,11
18	100	281	0,81 ± 0,07	345	Exponencial	0,48	0,42	0,02	0,19	1,51	7,50	0,33	0,12
19	100	557	1,62 ± 0,11	344	Esférico	0,97	0,04	1,06	0,80	3,87	15,86	0,69	0,21
20	100	715	1,62 ± 0,11	442	Gaussiano	1,07	-0,11	5,00	2,44	6,50	19,40	0,65	0,38
21	100	401	2,03 ± 0,17	198	Gaussiano	0,90	0,17	1,59	3,74	6,22	17,42	0,65	0,60
22	100	788	2,26 ± 0,20	349	Gaussiano	0,98	-0,01	6,11	1,90	14,52	9,53	0,75	0,13
23	100	1947	3,14 ± 0,16	620	Gaussiano	1,08	-0,28	2,27	5,14	15,99	13,34	0,97	0,32
24	100	5993	6,70 ± 0,24	894	Exponencial	1,14	-0,79	110,00	3,60	53,79	25,80	0,90	0,07

\*Cada amostra foi constituída por seção de 5 x 5 cm na superfície do caule,  $\beta_0$  = intercepto da curva,  $\beta_1$  = inclinação da curva, SQR = soma dos quadrados do resíduo,  $C_0$  = efeito pepita,  $C+C_0$  = patamar,  $A_0$  = alcance (cm),  $R^2$  = coeficiente de determinação e GDE = grau de dependência espacial.



**Figura 6.** Mapas de distribuição espacial das coleobrocas em 24 troncos de mangueiras com diferentes graus de severidade de *Ceratocystis fimbriata*. Cada retângulo nesta Figura representa um tronco de mangueira. Os números entre parêntesis que acompanham cada mapa representam a severidade da doença (%) e o número médio de galerias das coleobrocas em 25 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Selecionou – se 15 modelos dos 45 modelos calculados de distribuição espacial do ataque das coleobrocas nos troncos da mangueira em função dos sintomas da seca da mangueira. Estes modelos foram selecionados por eles apresentarem os maiores coeficientes de regressão e as menores somas de quadrados do resíduo. Destes modelos nove foram exponenciais, quatro foram esféricos e dois foram gaussianos. Os alcances variaram de 4,20 a 74,70cm; o efeito pepita de 0,00 a 3,17 e o patamar de 0,04 a 16,63 (Tabela 2). Não foram observadas correlações significativas entre o alcance dos modelos de distribuição espacial do ataque das coleobrocas ao tronco das plantas com a intensidade de ataque dos insetos ( $r=0,12$ ;  $t=0,58$ ;  $p=0,2851$ ) e com a severidade da doença ( $r=0,11$ ;  $t=0,54$ ;  $p=0,2973$ ). Verificou - se o padrão agregado da distribuição de galerias nos troncos avaliados e um aumento do número de galerias no tempo em que as plantas foram avaliadas (Figura 7).

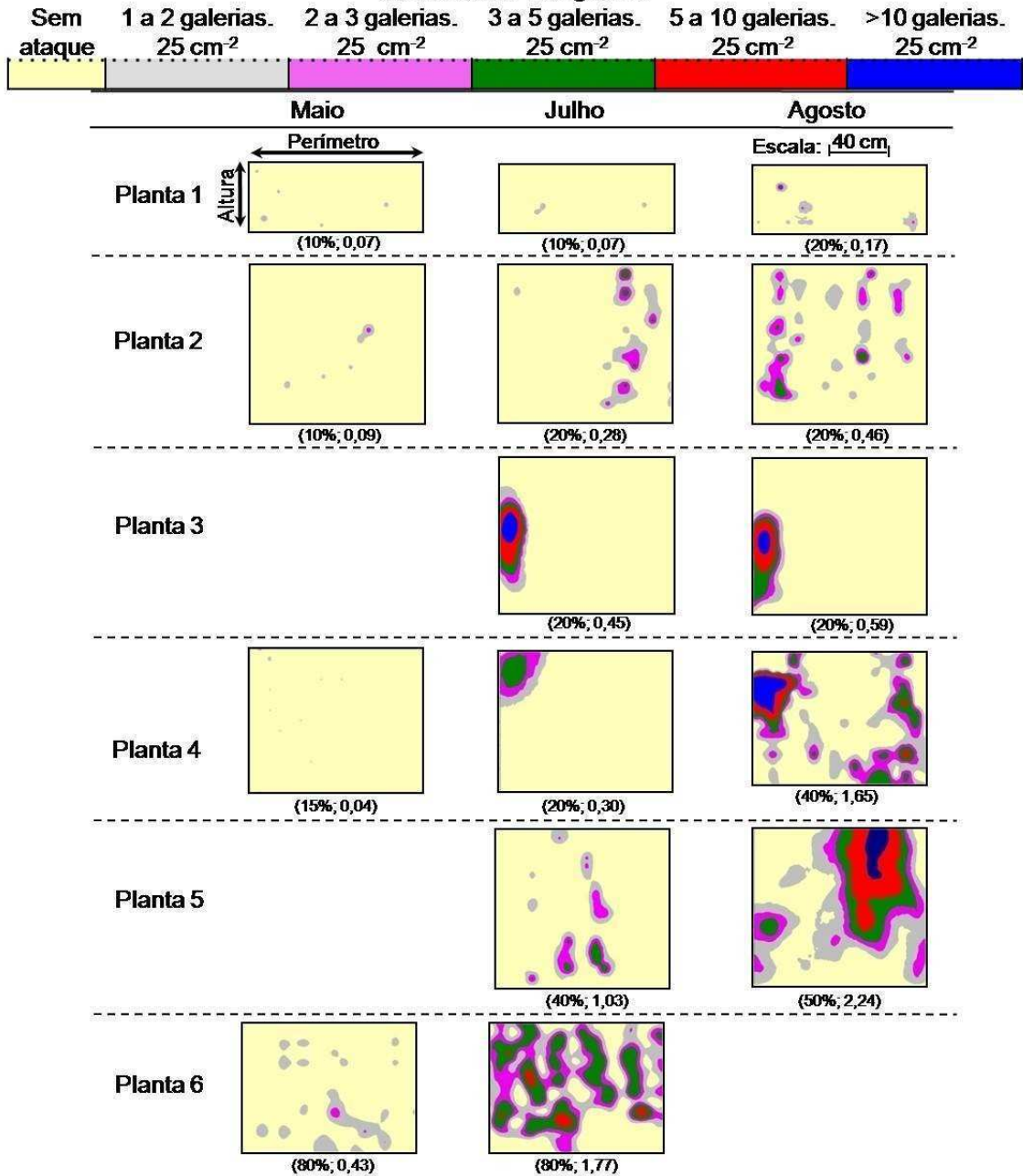
Para a distribuição espacial das galerias nos galhos de mangueiras em função dos sintomas da seca da mangueira foram selecionados 15 modelos dos 45 modelos calculados. Os modelos selecionados foram os que apresentaram os maiores coeficientes de regressão e as menores somas de quadrados do resíduo. Destes modelos, 11 modelos foram exponenciais com alcances variando de 0,01 a 0,19 cm, quatro modelos gaussianos com alcances entre 0,02 a 0,03cm e um modelo esférico com alcance de 0,03 cm (Tabela 3). Foram observadas correlações significativas entre o alcance dos modelos de distribuição espacial do ataque das coleobrocas ao tronco das plantas com a intensidade de ataque dos insetos ( $r=-0,49$ ;  $t=2,10$ ;  $p=0,0270$ ) e com a severidade da doença ( $r=0,65$ ;  $t=3,18$ ;  $p=0,0033$ ). Verificou se um padrão agregado de distribuição das galerias nos galhos avaliados (Figura 8).

**Tabela 2.** Severidade da doença (% da planta com sintoma), intensidade de ataque e características dos modelos de distribuição espacial das coleobrocas ao longo do tempo em troncos de seis mangueiras com *Ceratocystis fimbriata*.

Planta	Mês	Severidade da doença (%)	Intensidade de ataque de coleobrocas*			Características do modelo de distribuição espacial selecionado*								
			Total de galerias no tronco	Galerias em 25 cm <sup>2</sup>	Nº de amostras	Modelo	$\beta_1$	$\beta_0$	SQR	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C	A	R <sup>2</sup>	GDE
1	Maio	10	20	0,07 ± 0,02	275	Exponencial	0,03	0,07	0,00	0,03	0,11	12,56	0,61	0,24
	Julho	10	20	0,07 ± 0,02	275	Exponencial	0,74	0,02	0,00	0,01	0,08	7,20	0,02	0,14
	Agosto	20	46	0,17 ± 0,04	275	Exponencial	0,66	0,05	0,02	0,02	0,34	4,20	0,00	0,19
2	Maio	10	31	0,09 ± 0,02	360	Exponencial	0,19	0,07	0,00	0,04	0,16	11,70	0,17	0,24
	Julho	20	100	0,28 ± 0,04	360	Esférico	0,70	0,08	0,01	0,00	0,62	9,50	0,53	0,08
	Agosto	20	167	0,46 ± 0,05	360	Esférico	0,74	0,11	0,02	0,05	0,89	9,60	0,59	0,05
3	Julho	20	121	0,45 ± 0,07	270	Esférico	1,00	-0,02	2,87	1,95	6,17	16,16	0,42	0,32
	Agosto	20	158	0,59 ± 0,16	270	Gaussiano	1,07	-0,05	1,97	1,50	4,58	17,23	0,63	0,33
4	Maio	15	10	0,04 ± 0,01	270	Exponencial	-0,10	0,04	0,00	0,02	0,04	5,60	0,20	0,50
	Julho	20	82	0,30 ± 0,06	270	Exponencial	0,96	0,01	0,06	0,30	2,50	56,76	0,93	0,12
	Agosto	40	446	1,65 ± 0,22	270	Exponencial	1,09	-0,16	1,94	0,11	12,63	29,70	0,96	0,01
5	Julho	40	372	1,03 ± 0,14	360	Exponencial	0,95	0,02	0,03	0,22	1,05	17,10	0,71	0,21
	Agosto	50	806	2,24 ± 0,19	360	Exponencial	1,03	-0,08	1,86	3,17	16,63	74,70	0,98	0,19
6	Maio	80	109	0,43 ± 0,05	252	Esférico	0,37	0,27	0,00	0,18	0,54	8,18	0,17	0,33
	Julho	80	445	1,77 ± 0,10	252	Gaussiano	0,88	0,18	0,09	0,30	2,73	9,18	0,81	0,11

\*Cada amostra foi constituída por seção na superfície do caule de 5 x 5 cm,  $\beta_0$  = intercepto da curva,  $\beta_1$  = inclinação da curva, SQR = soma dos quadrados do resíduo, C<sub>0</sub> = efeito pepita, C+C<sub>0</sub> = patamar, A<sub>0</sub> = alcance (cm), R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação e GDE = grau de dependência espacial.

As cores a seguir representam diferentes classes de intensidade de ataque das coleobrocas ao tronco da mangueira:



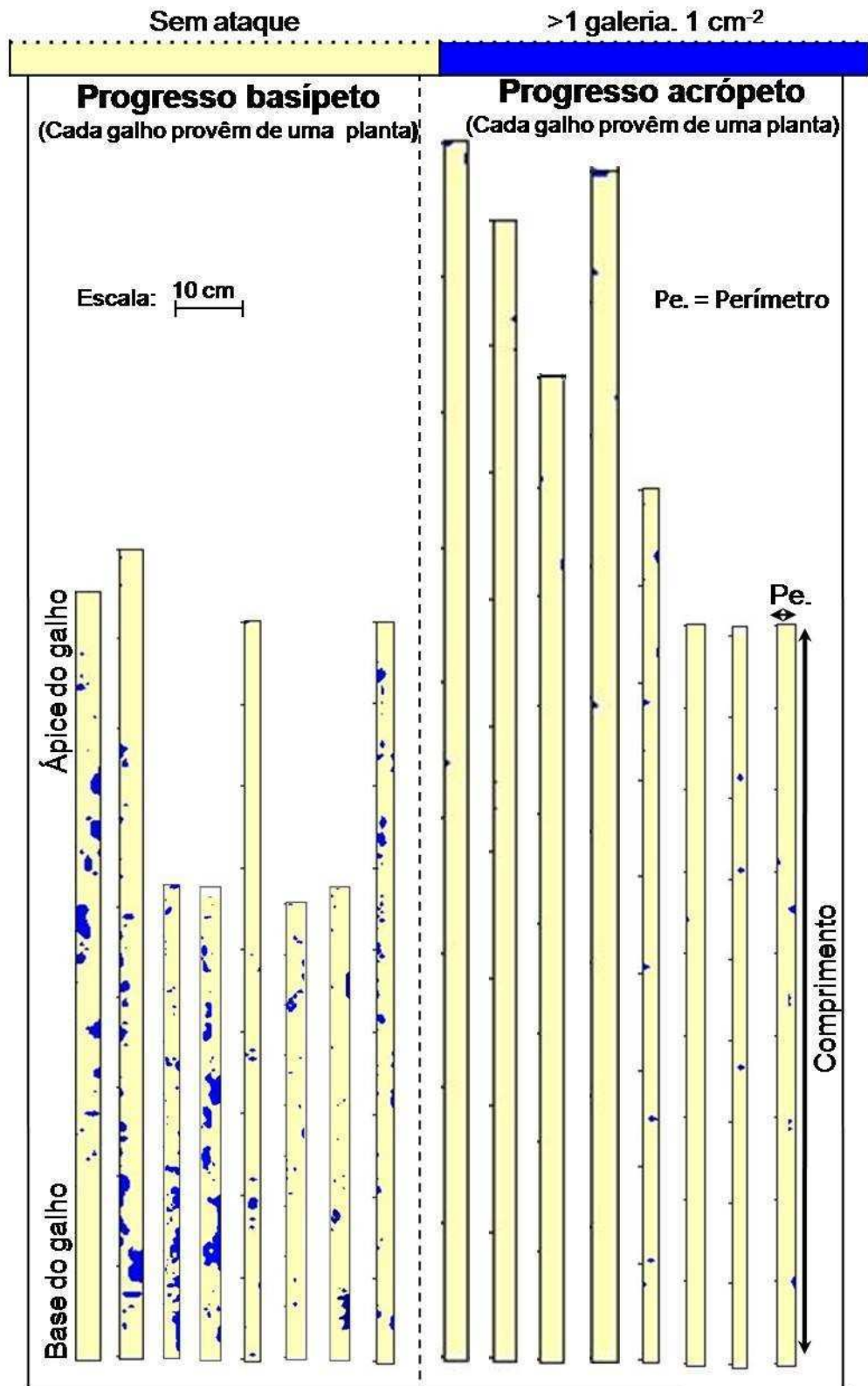
**Figura 7.** Mapas da distribuição espacial das coleobrocas ao longo do tempo em troncos de seis mangueiras com *Ceratocystis fimbriata*. Cada retângulo nesta Figura representa um tronco de mangueira. Os números entre parêntesis que acompanham cada mapa representam a severidade da doença (%) e o número médio de galerias das coleobrocas em 25 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Tabela 3.** Severidade da doença (% da planta com sintoma), intensidade de ataque e características dos modelos de distribuição espacial das coleobrocas em 16 galhos de plantas diferentes com progresso basípeto ou acrópeto dos sintomas da seca da mangueira.

	Galho	Severidade da doença (%)	Intensidade de ataque de coleobrocas*			Características do modelo de distribuição espacial selecionado*								
			Total de galerias no galho	Galerias em 1 cm <sup>2</sup>	Nº de amostras	Modelo	$\beta_1$	$\beta_0$	SQR	$C_0$	$C_0 + C$	A	R <sup>2</sup>	GDE
Progresso basípeto	1	5	72	0,13 ± 0,02	550	Exponencial	0,61	0,05	0,00	0,02	0,11	5,40	0,36	0,24
	2	10	127	0,22 ± 0,02	587	Exponencial	0,81	0,03	0,00	0,01	0,13	2,70	0,13	0,21
	3	15	116	0,19 ± 0,02	610	Exponencial	0,67	0,06	0,00	0,01	0,13	2,70	0,25	0,11
	4	10	152	0,32 ± 0,03	471	Exponencial	0,71	0,07	0,00	0,03	0,19	3,60	0,52	0,10
	5	15	34	0,04 ± 0,01	762	Exponencial	0,39	0,03	0,00	0,00	0,04	4,50	0,27	0,14
	6	15	25	0,07 ± 0,01	384	Exponencial	0,11	0,05	0,00	0,01	0,06	3,03	0,43	0,12
	7	5	43	0,08 ± 0,01	507	Exponencial	0,45	0,04	0,00	0,01	0,07	2,70	0,12	0,14
	8	10	154	0,22 ± 0,02	693	Exponencial	0,29	0,14	0,00	0,02	0,16	2,70	0,12	0,08
Progresso acrópeto	9	90	8	0,01 ± 0,00	884	Exponencial	-0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	7,59	0,01	0,13
	10	90	7	0,01 ± 0,00	926	Exponencial	0,08	0,01	0,00	0,00	0,01	8,35	0,00	0,20
	11	90	23	0,03 ± 0,01	711	Gaussiano	0,35	0,02	0,00	0,01	0,03	12,72	0,39	0,14
	12	90	25	0,03 ± 0,01	781	Gaussiano	0,41	0,02	0,00	0,01	0,03	9,44	0,02	0,20
	13	90	23	0,03 ± 0,01	883	Exponencial	0,41	0,02	0,00	0,00	0,02	12,24	0,11	0,21
	14	90	11	0,02 ± 0,00	661	Gaussiano	0,37	0,01	0,00	0,00	0,02	6,24	0,14	0,19
	15	90	3	0,01 ± 0,01	210	Gaussiano	-0,05	0,02	0,00	0,00	0,02	2,08	0,02	0,21
	16	90	17	0,03 ± 0,01	497	Esférico	0,08	0,03	0,00	0,00	0,03	3,90	0,07	0,23

\*Cada amostra foi constituída por seção de 1 x 1 cm na superfície do galho,  $\beta_0$  = intercepto da curva,  $\beta_1$  = inclinação da curva, SQR = soma dos quadrados do resíduo,  $C_0$  = efeito pepita,  $C+C_0$  = patamar,  $A_0$  = alcance (cm), R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação e GDE = Grau de dependência espacial.

Intensidade de ataque de coleobrocas em galhos de mangueira:



**Figura 8.** Mapas da distribuição espacial das coleobrocas em 16 galhos de plantas diferentes com progresso basípeto ou acrópeto dos sintomas da seca da mangueira. Cada retângulo nesta Figura representa um galho.

Os modelos de distribuição espacial das coleobrocas em 62 e 32% dos troncos apresentaram GDE (grau de dependência espacial)  $\leq 25\%$  ou GDE  $\leq 75\%$ , respectivamente (Tabelas 1 e 2). Tal fato indica que a distribuição espacial das coleobrocas nos troncos apresentou forte ou moderada dependência espacial, respectivamente (Cambardella et al., 1994). Todos os modelos de distribuição espacial das coleobrocas nos galhos apresentaram GDE  $\leq 25\%$  (Tabela 3) o que indica que foi forte a dependência espacial (Cambardella et al., 1994).

#### 4. DISCUSSÃO

Os locais em que foram observadas mangueiras com *C. fimbriata* possuem clima tropical, com temperaturas médias superiores a 20° C, com alto índice de chuva no verão e períodos secos no inverno. Saeed et al. (2010) relataram que o besouro *H. mangiferae*, vetor de *C. fimbriata*, possuem maior capacidade de dispersão nos locais e meses mais quentes do ano. Assim a ocorrência de altas temperaturas deve favorecer tanto a doença como os seus insetos vetores (Ghini et al., 2011; Masood et al., 2009).

Não foi encontrado relato na literatura de *A. obliquus*, *A. opimus* e *Xylopsocus* sp. broqueando mangueiras. *E. parallelus* foi relatado broqueando caule de mangueiras na Tailândia (Sittichaya, 2012). Porém não havia sido verificada a sua ocorrência em plantas de mangueira que apresentassem o patógeno *C. fimbriata*. Neste trabalho, esses Coleoptera foram observados broqueando o caule de plantas com seca da mangueira.

*X. affinis* também foi relatado por outros autores (Silva et al., 1968; Lopes et al., 2009) broqueando o caule da mangueira. Este besouro é considerado também vetor do fungo *Lasiodiplodia theobromae* às mangueiras

(Lopes et al., 2009). Porém até o presente momento não existiam relatos de *X. affinis* atuar como *um potencial vetor de C. fimbriata* à mangueira.

Com relação ao sentido de propagação de sintomas de seca nas plantas observou-se que os sintomas se desenvolveram dos galhos para o tronco (progresso basípeto) ou vice-versa (progresso acrópeto). Nos dois sentidos de progresso dos sintomas da doença a população de coleobrocas foi maior na parte da planta em que os sintomas se iniciaram. Quando há o progresso dos sintomas da doença foi basípeto o vetor do fungo possivelmente seja *H. mangiferae*. Já quando o progresso da doença foi acrópeto os vetores possivelmente sejam tanto *H. mangiferae* como *X. affinis*.

Quanto ao papel de *A. obliquus*, *A. opimus*, *E. parallelus* e *Xylopsocus* sp. como potenciais agentes vetores da seca da mangueira não foi esclarecido. Esta afirmação é baseada nos fatos de que nas micrografias eletrônicas de varredura não foram observadas estruturas fúngicas aderidas à superfície corporal dessas espécies além de não se ter verificado a existência de estrutura específica nos seus corpos para o transporte de fungos, como no caso de *H. mangiferae* e *X. affinis*.

Possivelmente *H. mangiferae* e *X. affinis* disseminem *C. fimbriata* de três formas: (i) transportando o fungo na superfície corporal, (ii) eliminação de serragens de plantas doentes e (iii) armazenando o fungo em micângio presente na base das mandíbulas. A proposição destes mecanismos de disseminação se baseia na observação de estruturas fúngicas aderidas aos corpos dos besouros, com destaque a parte inferior dos élitros, a existência de micângio na base da mandíbula e a verificação de *C. fimbriata* nas serragens eliminadas por esses besouros (Flechtmann et al., 1995; Hulcr et al., 2012; Iqbal & Saeed, 2012; Masood & Saeed, 2012).

Com relação à presença de micângios em coleobrocas, estudos de microscopia tem revelado a existência de estruturas especializadas para o transporte de fungos e seu funcionamento em outras espécies de besouros da família Curculionidae: Scolytinae (Yuceer et al., 2010). Até o presente momento não havia estudos que revelassem a existência de micângios em *H. mangiferae* apenas para *X. affinis*.

A um primeiro momento poderia se pensar que a taxa de transmissão da seca da mangueira pelas coleobrocas seria baixa já que *C. fimbriata* só foi isolado em cerca de 7% das amostras de serragens dos insetos. Entretanto se considerarmos que foi observado que uma única mangueira pode possuir até cerca de 6000 coleobrocas broqueando seu caule; então uma única planta pode possuir até 400 insetos (7%) contaminados com o fungo. Número este que representa um alto potencial de propagação da doença. Este potencial de propagação pode ser ainda maior já que o fungo também é transportado pela superfície corporal e micângio existente nas coleobrocas. Outro fato relevante é que a taxa de contaminação das serragens das coleobrocas por *C. fimbriata* observada neste trabalho é semelhante à verificada para a maioria dos fitopatógenos que têm insetos como vetores (Furniss, 1990). Esta taxa também foi semelhante à observada por Masood & Saeed (2012) para as coleobrocas contaminadas por *C. fimbriata*.

O padrão de distribuição espacial das coleobrocas tanto nos galhos como no tronco foi agregado, mostrando que existem locais dos troncos e galhos com maior e menor ataque destas pragas. Este padrão de distribuição espacial é o mais comum entre os insetos herbívoros (Hall & Branham, 2008; Ray et al., 2009). Ele possibilita ao inseto encontrar mais facilmente seus

parceiros sexuais e de suplantam a resistência da planta hospedeira (Bernays, 1994).

Geralmente a existência de feromônio pelos insetos ou de caimônios produzidos pela planta que fazem com que eles fiquem agregados (Klowden, 2007). Nesse contexto as culturas de *C. fimbriata* exalam voláteis que possuem odor de fruta madura (Santos et al., 2011). Substâncias estas que podem funcionar como caimônios para as coleobrocas. Estes voláteis podem exercer importante papel na epidemiologia da doença, atraindo as coleobrocas. Os Scolytinae (subfamília das coleobrocas vetores de *C. fimbriata*) são geralmente atraídos por álcoois e monoterpenos exalados pela planta hospedeira (Lindelow et al., 1993; Kelsey, 1994; Kelsey & Joseph, 1999). Assim, é importante a identificação dos semioquímicos que exercem atratividade sobre as coleobrocas vetoras de *C. fimbriata* à mangueira uma vez que essas substâncias poderão ser utilizadas na amostragem e controle dessas pragas.

Os resultados obtidos nesse estudo é uma forte evidência de que as coleobrocas exercem um papel importante na disseminação do fungo *C. fimbriata* tanto numa planta como entre plantas. Assim esse trabalho abre uma gama de perspectivas de pesquisas básicas e aplicadas que contribuirão para o planejamento de programas de manejo da seca da mangueira e de seus vetores.

## 5. CONCLUSÕES

Os Coleoptera *Ambrosiodmus obliquus*, *Ambrosiodmus opimus*, *Euplatypus parallelus*, *Hypocryphalus mangiferae*, *Xyleborus affinis* e *Xylopsocus* sp. estão associados a mangueiras com ataque de *Ceratocystis*

*fimbriata* broqueando o caule das plantas. As espécies mais abundantes são *H. mangiferae* e *X. affinis*. *H. mangiferae* e *X. affinis* são capazes de transportar estruturas fúngicas na superfície corporal, micângio e trato digestivo. Os besouros broqueadores de caule estão presentes em plantas tanto com progresso basípeto como acrópeto dos sintomas da seca da mangueira. A distribuição espacial do ataque dos broqueadores de caule da mangueira é agregada. Em plantas com maior severidade da seca da mangueira é maior a intensidade de ataque das coleobrocas.

## 6. LITERATURA CITADA

- Al Adawi, A.O., Al Jabri, R.M., Deadman, M.L., Barnes, I., Wingfield, B., Wingfield, M.J. The mango sudden decline pathogen, *Ceratocystis manginecans*, is vectored by *Hypocryphalus mangiferae* (Coleoptera: Scolytinae) in Oman. **European Journal of Plant Pathology**, v.135, p.243-251. 2012.
- Al Adawi, A.O., Deadman, M.L., Al Rawahi, A.K., Al Maqbali, Y.M., Al Jahwari, A.A., Al Saadi, B.A., Al Amri, I.S, Wingfield, M.J. Aetiology and causal agents of Mango sudden decline disease in the Sultanate of Oman. **European Journal of Plant Pathology**, v.116, p.247-254. 2006.
- Bacca, T., Lima, E.R., Picanço, M.C., Guedes, R.N.C., Viana, J.H.N. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the Coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.119, p.39-45. 2006.
- Baker, C.J., Harrington, T.C. *Ceratocystis fimbriata*. Surrey, England, **CABI Publishing**. 2004.
- Barrigossi, J.A.F., Young, L.J., Crawford, C.A.G., Hein, G.L., Higley, L.G. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, v.30, p.244-253. 2001.
- Bernays, E.A., Chapman, R.F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York, Chapman and Hall, 310p. 1994.

- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1501-1511. 1994.
- Dorval A., Peres Filho O., Marques E.N. Levantamento de Scolytidae (Coleoptera) em plantações de *Eucalyptus* spp. em Cuiabá, estado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, v.14, p.47-58. 2004.
- Elliott, J.M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. London, Freshwater Biological Association, 157p. 1983.
- Ellsbury, M.M., Woodson, W.D., Clay, S.A., Malo, D., Schumacher, J., Clay, D.E., Carlson, C.G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm emergence. **Environmental Entomology**, v.27, p.910-917. 1998.
- Farias, P.R.S., Nociti, L.A.S., Barbos, J.C., Perecin, D. Agricultura de precisão mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.235-241. 2003.
- Flechtmann, C.A.H., Couto, H.T.Z., Gaspareto, C.L., Berti Filho, E. **Scolytidae em reflorestamento com pinheiros tropicais**. IPEF, Piracicaba, 201p. 1995.
- Furniss, M.M., Solheim, H., Christiansen, E. Transmission of blue-stain fungi by *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) in Norway spruce. **Annals of the Entomological Society of America**, v.83, p.712-716. 1990.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira, S.N., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C.D., Berti Filho, E., Parra, J.R.P.L., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. **Entomologia agrícola**. São Paulo Agronômica Ceres, 920p. 2002.
- Ghini, R., Bettiol, W., Hamada, E. Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes current knowledge and perspectives. **Plant Pathology**, v.60, p.122-132. 2011.
- Gumprecht, D., Muller, W.G., Rodriguez-Diaz, J.M., Designs for detecting spatial dependence. **Geographical Analysis**, v.41, p.127-143. 2009.
- Hall, D.W, Branham, M.A. Aggregation of *Calopteron discrepans* (Newman) (Coleoptera: Lycidae) larvae prior to pupation. **Florida Entomologist**, v.91, p.124-125. 2008.

- Hulcr, J., Rountree, N.R., Diamond, S.E., Stelinski, L.L., Fierer, N., Dunn, R.R. Mycangia of ambrosia beetles host communities of bacteria. **Microbial Ecology**, v.64, p.784–793. 2012.
- Iqbal, N., Saeed, S. Isolation of mango quick decline fungi from mango bark beetle, *Hypocryphalus mangiferae* S. (Coleoptera: Scolytidae). **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v.22, p.: 644-648. 2012.
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York, Oxford University, 561p. 1989.
- Kelsey, R.G. Ethanol synthesis in Douglas-fir logs felled in November, January, and March and its relationship to ambrosia beetle attack. **Canadian Journal of Forest Research**, v.24, p.2096-2104. 1994.
- Kelsey, R.G., Joseph, G. Ethanol and ambrosia beetles in Douglas fir logs exposed or protected from rain. **Journal of Chemical Ecology**, v.25, p.2793-2809. 1999.
- Kimati, H., Amorim, L., Bergamim Filho, A., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (Eds.). **Manual de Fitopatologia** Doenças das plantas cultivadas. São Paulo Agronômica Ceres, v.2, 774p. 1997.
- Klowden, M.J. **Physiological Systems in Insects**. Idaho, Academic Press, 699p. 2007.
- Krebs, C.J. **Ecological methodology**. New York, Harper and Hall, 654p. 1989.
- Lewinsohn, D., Lewinsohn, E., Bertagnolli, C.L., Patridge, A.D. Blue-stain fungi and their transport structures on the Douglas-fir beetle. **Canadian Journal of Forest Research**, v.24, p.2275-2283. 1994
- Liebholt, A.M., Rossi, R.E., Kemp, W.P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, v.38, p.303-327. 1993.
- Lindelow, W.E., Eidmann, A.E., Nordenhem, H.H. Response on the ground of bark beetle and weevil species colonizing conifer stumps and roots to terpenes and ethanol. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, p.1393–1403. 1993.
- Lopes, E.B., Brito, C.H., Araújo, L.H.A., Nascimento, L.C., Batista, J.L. Etiologia e inseto vetor da morte-descendente-da-mangueira (*Mangifera indica*) no Estado da Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, p.37-40. 2009.

- Masood, A., Saeed, S. Bark Beetle, *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) is a vector of mango sudden death disease in Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, v.44, p.813-820. 2012.
- Masood, A., Saeed, S., Erbilgin, N., Kwon, Y.J. Role of stressed mango host conditions in attraction of and colonization by the mango bark beetle *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and in the symptom development of quick decline of mango trees in Pakistan. **Entomological Research**, v.40, p.316-327. 2010.
- Masood, A., Saeed, S., Sajjad, A. Characterization and damage patterns of different bark beetle species associated with Mango Sudden death Syndrome in Punjab, Pakistan. **Pakistan Entomologist**, v.30, p.163-168. 2008.
- Masood, A., Saeed, S., Sajjad, A., Ali, M. Life cycle and biology of mango bark beetle, *Hypocryphalus mangiferae* (Stebbing), a possible vector of mango sudden death disease in Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, v.41, p.281-288. 2009.
- Midgarden, D.G., Youngman, R.R., Fleischer, S.J. Spatial analysis of counts of Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, v.22, p.1124-1133. 1993.
- Moller, W.J., De Vay, J. Carrot as a species-selective isolation medium for *Ceratocystis fimbriata*. **Phytopathology**, v.58, p.123-124. 1968.
- Murphy, P.A., Sternitzke, H.S. **Growth and yield for loblolly pine in West Gulf. U.S.** Department of Agriculture Forest Service Research Paper, 8p. 1979.
- Pinto, A.C.Q. Melhoramento genético da manga (*Mangifera indica* L.) no Brasil. In: Rozane, D.E., Darezzo, R.J., Aguiar, R.L., Aguilera, G.H.A., Zambolim, L. (Eds.). **Manga produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa, UFV, p.17-78. 2004.
- Ray, A.M., Millar, J.G., Mcelfresh, J.S., Swift, I.P., Barbour, J.D., Hanks, L.M. Male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia funebris*. **Journal of Chemical Ecology**, v.35, p.96-103. 2009.
- Ribeiro, I.J.A. Doenças da mangueira (*Mangifera indica* L.). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamim Filho, A., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (Eds.). **Manual de Fitopatologia doenças das plantas cultivadas**. São Paulo, Agronômica Ceres, v.2, 774p. 1997.

- Rossetto, C.J., Ribeiro, I.J.A. Seca-da-mangueira. Tipos e controle. In: São José, A.R. (Ed.). **O agronegócio manga produção e mercado**. Vitória da Conquista, UESB/DFZ, p.308-316. 2002.
- Saeed, S., Masood, A., Sajjad, Zahid, A.D.M. Monitoring the dispersal potential of bark beetle, *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (Scolytidae Coleoptera) in mango orchards. **Pakistan Journal of Zoology**, v.42, p.473-479. 2010.
- Santos, P.L., Firmino, A.C., Tozze, H.J.J., Barros, S.A., Furtado, E.L. Comportamento de *Ceratocystis* sp. "in vitro" sob diferentes temperaturas, meios de cultura e pH. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v.1, p.7-17. 2011.
- Silva, A.G. D'Araújo, Gonçalves, C. R., Galvão, D. M. et. al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 622p. 1968.
- Sittichaya, W. Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) infesting mango trees (*Mangifera indica* L.) in Southern Thailand, with two new species recorded for Thailand. **Songklanakarín Journal Science and Technology**, v.34, p.153-155. 2012.
- Stefanini M., De Martino C., Zamboni L. Fixation of ejaculated spermatozoa for electron microscopy. **Nature**, v.216, p.173-174. 1967.
- Van Zandt, P.A., Townsend Jr., V.R., Carlton, C.E., Blackwell, M., Mopper, S. *Loberus impressus* (Leconte) (Coleoptera: Erotylidae) fungal associations and presence in the seed capsules of *Iris hexagona*. **The Coleopterists Bulletin**, v.57, n.3, p.281-288. 2003.
- Wright, R.J., Devries, T.A., Young, L.J., Jarvi, K.J., Seymour, R.C. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, v.31, p.160-167. 2002.
- Yamoah, E., Jones, E.E., Weld, R.J., Suckling, D.M., Waipara, N., Bourdôt, G.W., Hee, A.K.W., Stewart, A. Microbial population and diversity on the exoskeletons of four insect species associated with gorse (*Ulex europaeus* L.). **Australian Journal of Entomology**, v.47, p.370-379. 2008.
- Yuceer, C., Hsu, C.Y., Erbilgin, N., Klepzig, K.D. Ultrastructure of the mycangium of the Southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): complex morphology for complex interactions. **Acta Zoologica**, v.92, p.216-224. 2011.