

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA AGROPECUÁRIA**

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA A  
BROCA-DA-BANANEIRA (*Cosmopolites sordidus*) EM  
PLÁTANO NA REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA**

**Juliana Silva Queiroz**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016**

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA A BROCA-  
DA-BANANEIRA (*Cosmopolites sordidus*) EM PLÁTANO NA  
REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA**

**JULIANA SILVA QUEIROZ**  
Engenharia Agrônoma  
Universidade Federal da Bahia, 2005

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do curso de Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em defesa agropecuária.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilene Fancelli  
**Coorientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo  
**Coorientador:** Dr. César Guillén Sánchez

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Q3o	<p>Queiroz, Juliana Silva.</p> <p>Otimização do sistema de monitoramento para a broca-da-bananeira (<i>Cosmopolites sordidus</i>) em plátano na Região do Baixo Sul da Bahia / Juliana Silva Queiroz. _ Cruz das Almas, BA, 2016. 67f.; il.</p> <p>Orientadora: Marilene Fancelli. Coorientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Banana – Entomologia agrícola. 2.Banana – Doenças e pragas. 3.Cosmopolites sordidus – Broca – Controle. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Sánchez, César Guillén. III.Título.</p> <p>CDD: 595.768</p>
-----	--

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA AGROPECUÁRIA**

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA A BROCA-  
DA-BANANEIRA (*Cosmopolites sordidus*) EM PLÁTANO NA  
REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA**

**Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de**

Juliana Silva Queiroz

Aprovada em 15 de junho de 2016

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marilene Fancelli  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA  
Examinador Interno (Orientadora)

Prof. Dr. Antônio Souza do Nascimento  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA  
Examinador Interno

Dr. Mauricio Antonio Coelho Filho  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA  
Examinador Externo

## DEDICATÓRIA

A Deus, a minha família e aos meus orientadores Marilene Fancelli e Carlos Alberto da Silva Ledo pela luz, confiança, oportunidade, orientação, apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

“

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amparo nos momentos difíceis, me dando força para superar as dificuldades, mostrando o caminho nas horas incertas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela bolsa de estudos que possibilitou a dedicação exclusiva na construção desse trabalho.

Aos meus orientadores Dra. Marilene Fancelli e Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo, por acreditarem no meu potencial.

Aos meus pais, pelo carinho, paciência e incentivo.

Aos produtores rurais de Presidente Tancredo Neves que possibilitaram a condução do experimento em suas áreas de produção.

À EMBRAPA Mandioca e Fruticultura pela infraestrutura oferecida, equipe técnica, laboratório e colaboradores, foi de fundamental importância durante a execução do experimento, uma vez que se tratava de uma equipe qualificada e experiente possibilitando uma execução rápida e eficiente do trabalho.

Aos técnicos da Embrapa Mandioca e Fruticultura que auxiliaram na condução e manutenção do experimento em especial a José Magalhães Neves (Magalhães) e Raimundo de Santana (Bizunga).

Aos técnicos do laboratório Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura e estagiários em especial a Florisvaldo Jr. (Agroecólogo) e José Carlos pelo apoio.

Aos amigos que fiz durante o tempo do mestrado por fazerem parte desse momento, sempre me ajudando e incentivando.

A todos os colegas e professores da pós-graduação pelo convívio e aprendizado.

## EPÍGRAFE

“O homem não procura se elevar acima do homem, mas acima de si mesmo, aperfeiçoando-se.” (Allan Kardec)



Fonte: <http://casadaarteloja.blogspot.com.br/>.

## OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA A BROCA-DA-BANANEIRA (*COSMOPOLITES SORDIDUS*) EM PLÁTANO NA REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA

**RESUMO:** A broca-da-bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) é a principal praga para os plátanos. Sua importância econômica deve-se à fase larval do inseto que perfura o rizoma causando reduções significativas na produtividade. Além disso, as galerias favorecem a infecção das plantas por microrganismos fitopatogênicos. O monitoramento dessa praga é feito utilizando armadilhas confeccionadas com plantas recém-colhidas. Este trabalho teve como objetivos testar a eficiência de um novo modelo de armadilha vegetal e propor e avaliar um novo método para determinar os danos causados por larvas do inseto visando otimizar o sistema de monitoramento de *C. sordidus*. Os experimentos foram realizados em áreas de produção de plátanos em Presidente Tancredo Neves, BA. Três tipos de armadilhas vegetais foram testados: “queijo”, “telha” modificada e a nova armadilha (“cunha”). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições. Foram distribuídas, quinzenalmente, 20 armadilhas de cada tipo por bloco, com coletas semanais dos insetos. Os dados mensais de insetos capturados por armadilha foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (5%). A armadilha tipo “cunha” capturou maior número de adultos diferindo significativamente das demais. Dessa forma, recomenda-se o seu uso no monitoramento da praga na região do Baixo Sul da Bahia. Com relação ao método para avaliação dos danos causados por larvas de *C. sordidus*, utilizou-se o programa de tratamento de imagem digital (*Image J*<sup>®</sup>). Os resultados obtidos pelo programa foram comparados ao método tradicionalmente usado (Método de Mesquita). Os dados médios foram submetidos ao teste *t* de Student (5%), não havendo diferença significativa entre os métodos. Conclui-se que o programa pode ser utilizado como ferramenta para quantificar os danos das larvas de *C. sordidus*.

**Palavras chave:** Armadilhas; Banana-da-terra; Broca-do-rizoma; Danos, Galerias

## **OPTIMIZATION OF THE MONITORING SYSTEM FOR THE BANANA WEEVIL (*COSMOPOLITES SORDIDUS*) IN PLANTAIN IN THE REGION OF SOUTHERN BAHIA**

**ABSTRACT:** The banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) is the main pest for plantains. Its economic importance is given to the insect larval stage that tunnels the rhizome causing significant reductions in productivity. Furthermore, the galleries favor the infection of plants by phytopathogenic microorganisms. The monitoring of this pest is done using traps made with freshly harvested plants. This study aimed to test the efficiency of a new plant trap model and propose and evaluate a new method to determine the damage caused by insect larvae to optimize the monitoring of *C. sordidus* system. The experiments were performed in plantains production areas in Presidente Tancredo Neves, BA. Three types of plant traps were tested: "cheese", "tile" modified and the new trap ("cunha"). We used a randomized complete block design with five repetitions. Twenty traps of each type were distributed per block fortnightly, with weekly collections of insects. Monthly data captured insects per trap were subjected to analysis of variance and treatment means were compared by Tukey test (5%). The trap type "cunha" captured more adults and differed significantly from the others. Thus, it is recommended its use in monitoring the pest in the Southern Bahia region. Regarding the method for assessment of damage caused by larvae of *C. sordidus*, we used software for digital image processing (*Image J*<sup>®</sup>). The results of the program were compared to the traditionally used method (Method of Mesquita). The average data were submitted to Student's t test (5%), with no significant difference between the methods. It is concluded that the program can be used as a tool to determine damage caused by *C. sordidus* larvae.

**Key-words:** Traps; Plantain; Banana borer weevil; Damage; Galleries.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>FIGURA 1.</b> Ciclo biológico da broca-do-rizoma, <i>Cosmopolites sordidus</i> .	18
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>FIGURA 1.</b> Tipos de armadilhas atrativas utilizadas para captura de <i>Cosmopolites sordidus</i> . Tipo “queijo” (A), tipo “telha” (B) modificada, tipo “cunha” (C).	49
<b>FIGURA 2.</b> Número médio de <i>Cosmopolites sordidus</i> capturados em função do tipo de armadilha (A) e do mês de coleta (B), sendo que médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.	50
<b>FIGURA 3.</b> Média de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> em cada coleta por tipo de armadilha.	51
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>FIGURA 1.</b> Esquema de tratamento das imagens para análise dos danos causados por larvas da broca-do-rizoma. Limpeza e exposição do rizoma (A). Imagem original (B). Imagem recortada no <i>Microsoft Paint</i> <sup>®</sup> (C). Imagem submetida ao programa <i>Image J</i> <sup>®</sup> evidenciando as áreas saudáveis das áreas atacadas pela broca (D). Imagem pronta para análise (danos na cor vermelha) (E).	64

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>ARTIGO 1</b>	
<b>TABELA 1.</b> Dados meteorológicos nos meses de dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015 (Agritempo, 2015).	45
<b>TABELA 2.</b> Resumo da análise de variância para o número médio de <i>Cosmopolites sordidus</i> capturados.	46
<b>TABELA 3.</b> Número total de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> coletados por tipo de armadilha e por época do ano.	47
<b>TABELA 4.</b> Correlação de Spearman entre variáveis climáticas e o número de insetos capturados em cada tipo de armadilha.	48
<b>ARTIGO 2</b>	
<b>TABELA 1.</b> Estatísticas descritivas para os dados de porcentagem dos danos causados por larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> avaliados pelo método de tratamento digital de imagem ( <i>Image J</i> <sup>®</sup> ) e o método de Mesquita (com três avaliadores) em duas avaliações.	65
<b>TABELA 2.</b> Valores médios e erro padrão da média dos dados de porcentagem dos danos causados por larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> avaliados pelo método de tratamento digital de imagem ( <i>Image J</i> <sup>®</sup> ) e o método de Mesquita (com três avaliadores) em duas avaliações.	66

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE PLÁTANOS .....	14
3.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae) .....	16
3.3 DANOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	20
3.4 MONITORAMENTO POPULACIONAL DE <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	21
3.5 MANEJO DE <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
Novo tipo de armadilha para monitoramento populacional da broca-do-rizoma.....	31
Novo método para avaliação de danos da broca-do-rizoma da bananeira por meio de tratamento de imagem digital .....	53
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

## 1. INTRODUÇÃO

Plantios de plátanos e de bananas para consumo *in natura* são importantes cultivos para países em desenvolvimento. São plantas de origem milenar, reconhecidamente como alimento de grande importância para a humanidade, apresentando-se como um dos principais agronegócios internacionais, uma vez que é a fruta fresca mais consumida no mundo (FAO, 2014).

Os maiores produtores mundiais de plátano são Uganda, Camarões e Gana, que, juntos, somam 43% da participação nas exportações mundiais (FAO, 2013). Os plátanos são a quarta cultura alimentícia mais importante no mundo depois do arroz, trigo e milho (RONALD, 2011). Constitui-se num dos principais alimentos amiláceos com grande importância do ponto de vista da segurança alimentar e geração de emprego e renda para países em desenvolvimento (INIBAP, 2010).

No Brasil, a produção de plátanos destina-se ao mercado interno, onde muitas vezes o valor desse produto é superior aos praticados para bananas do subgrupo Prata (BORGES et al., 2004).

As regiões Norte e Nordeste concentram os maiores plantios de plátano com destaque para o estado da Bahia, onde é bastante expressiva na região do Baixo Sul e Recôncavo. A fruta faz parte do hábito alimentar das populações norte e nordeste, compondo pratos típicos da região (ALVES, 2002; BORGES, 2015).

O cultivo é responsável pela geração de emprego e renda, principalmente para agricultores familiares. Apesar da importância sócio-econômica, existem poucos estudos acerca dessa cultura (ARANTES et al., 2010). Os baixos padrões tecnológicos adotados pelos produtores, ocorrência de pragas e doenças são alguns dos fatores que concorrem para a baixa produtividade (ALVES & LIMA, 2001).

*Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), conhecido vulgarmente como moleque, broca-da-bananeira ou broca-do-rizoma é o inseto-praga mais importante de plantas do gênero *Musa*, especialmente para os plátanos, que são altamente

suscetíveis. Sua importância se deve à fase larval do inseto que, ao se alimentar, abre galerias no interior do rizoma (parte subterrânea correspondente ao caule da bananeira). No rizoma, são armazenadas reservas para o desenvolvimento da planta, assim, o ataque do inseto debilita as plantas, tornando-as mais sensíveis ao tombamento, sobretudo para aquelas que se encontram na fase de frutificação (GOLD et al., 2001; MESQUITA, 2003; FANCELLI, 2004).

Além de afetar o desenvolvimento da planta, diminuindo a produtividade, as galerias abertas pela larva do inseto favorecem a infecção da planta por agentes externos como microrganismos fitopatogênicos, a exemplo do fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, agente causal da doença conhecida como mal-do-Panamá (CORDEIRO et al., 1997; PEREIRA et al., 1999; GALLO et al., 2002).

Recentemente, evidenciou-se a importância do controle do inseto adulto em cultivos de bananeiras devido à associação como vetor de esporos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raça 4 (Foc TR4). Essa doença é considerada altamente destrutiva para a cultura das bananeiras (MELDRUM et al., 2013).

Atualmente, técnicas de baixo impacto ambiental e que contribuam com a sustentabilidade do agroecossistema tem sido buscadas no intuito de aumentar a eficácia dos métodos de controle, podendo ser inseridas no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O monitoramento populacional do inseto é fundamental para o desenvolvimento e aplicação de medidas de controle. Com o objetivo de otimizar o sistema de monitoramento da broca-do-rizoma em cultivo de plátano na região do Baixo Sul da Bahia, realizou-se esse estudo onde são apresentados um novo tipo de armadilha para captura dos insetos adultos e um novo método para quantificar os danos causados pela larva de *C. sordidus* pelo uso de tratamento de imagem digital.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi otimizar o sistema de monitoramento de *Cosmopolites sordidus* em cultivo de plátano na região do Baixo Sul da Bahia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar um novo tipo de armadilha (tipo “cunha”) para monitorar e controlar a broca-da-bananeira em cultivo de plátano.
- Propor um novo método para avaliar os danos provocados pelas larvas de *C. sordidus* por meio de tratamento de imagem digital.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE PLÁTANOS

Os plátanos caracterizam-se como base de exportação para muitos países em desenvolvimento. O continente africano possui as maiores áreas e lidera o *ranking* na exportação dessa fruta de grande expressão econômica e social. Sua alta concentração de amido garante uma importante fonte de carboidratos e contribui para a segurança alimentar de milhões de pessoas na África, Caribe, Ásia e os países latino-americanos (FAO, 2014).

Com origem no continente asiático, os plátanos foram introduzidos nas Américas em 1516. É uma planta herbácea, propagada vegetativamente por mudas de brotos e rizomas (TURNER, 1994). Pertence ao gênero *Musa*, que evoluiu através de hibridação natural originada a partir de dois progenitores selvagens *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, produzindo os genótipos triploides, ao qual pertencem os plátanos (SHEPHERD, 1984).

Os plátanos são plantas moderadamente vigorosas, de porte alto, ciclo vegetativo muito longo, bastante exigente em nutrientes e requerem razoável quantidade de água durante seu ciclo. Apresentam frutos grandes, delgados, com quinhas proeminentes, polpa do fruto alaranjada, insípida quando verde e rica em amido, consumidos na maioria das vezes, cozidos, assados ou fritos (SOTO, 2011).

Sua morfologia difere dos genótipos pertencentes a outros subgrupos por possuir características peculiares, como rizoma com tendência de elevação à superfície do solo (afloramento), reduzindo a capacidade de fixação das plantas e exigindo manejo adequado para evitar o tombamento. Os plátanos são pouco afetados pelas principais doenças como sigatoka-amarela e mal-do-Panamá, porém apresenta sensibilidade à sigatoka-negra, moderada suscetibilidade aos nematoides e alta suscetibilidade à broca-do-rizoma (MOREIRA, 1999).

O Brasil não tem representatividade na exportação de plátanos, sendo que toda sua produção está voltada para o mercado interno, movimentando e incrementando a economia de Estados como: Bahia, Amazonas, Espírito Santo, Goiás, Pernambuco, Pará, Mato Grosso, Santa Catarina e Minas Gerais. Tal atividade gera empregos diretos e indiretos, principalmente por envolver em sua grande maioria mão-de-obra familiar (ALVES, 2001).

A produção brasileira de plátanos é estimada em 620 mil toneladas, o que corresponde a cerca de 9% do volume total de bananas produzidas no país (IBGE 2014). As regiões Norte e Nordeste concentram os maiores plantios de plátanos, que são comercializados com preços superiores aos praticados para frutos do subgrupo Prata (BORGES et al., 2004). Fazem parte de vários pratos típicos da culinária brasileira, com ênfase na região Norte e Nordeste (ALVES, 2001).

A Bahia possui as maiores áreas de produção e o Baixo Sul é a principal região produtora, com áreas plantadas de aproximadamente 16,5 mil hectares e produção de 285 mil toneladas. Os sistemas de produção, em sua maioria, são tradicionais e com baixo nível tecnológico; são plantios conduzidos por pequenos produtores, muitas vezes sem tecnologias, muitas vezes, ocorrem em associação com outros produtos agrícolas como: café, cacau, inhame, entre outros (BORGES, 2015).

Existem poucas publicações a respeito dos plátanos, levando muitas vezes a adaptações inadequadas de manejo (ARANTES et al., 2010). Devido às características peculiares em seu cultivo, tais práticas agrônômicas inadequadas podem influenciar o estado fisiológico das plantas desfavorecendo o ambiente microclimático no interior do bananal e contribuindo para promover o aparecimento de doenças e pragas.

Dentre as principais limitações enfrentadas pelos produtores, além da comercialização e baixo nível tecnológico, os problemas fitossanitários contribuem, em grande parte, para os baixos níveis de produtividade (FANCELLI et al., 2003). A alta incidência de pragas, principalmente a broca-da-bananeira, é o que mais limita a cultura. As perdas vão de 30 a 100%, dependendo do nível de infestação. Em

Uganda, principal país exportador de plátanos, esta praga é apontada como a principal causa do declínio na cultura (GOLD, 1998).

### 3.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae)

É um inseto da ordem Coleoptera; apresenta um rostro, característica da família Curculionidae, sendo vulgarmente conhecido como “trombudo”, recebendo ainda outras denominações populares como “broca-do-rizoma”, “moleque”, “besouro-das-bananeiras”, “soneca”, “dorminhoco”, “gorgulho” e “boró” (FANCELLI, 2004). É uma praga específica dos gêneros *Musa* e *Ensete*, com importância econômica reconhecida por provocar elevados prejuízos e limitar o cultivo da bananeira em todo mundo (VALLEJO, 2002).

O inseto foi descrito pela primeira vez por Germar em 1824 a partir de espécimes coletados em Java, sendo inicialmente denominado *Calandra sordida*. Posteriormente, em 1885, foi modificada sua nomenclatura para *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) pelo taxonomista Chevrolat que identificou características comuns a espécie (GOLD et al., 2002).

É originário da região Indo-Malaia, mesma origem das bananeiras, sendo sua distribuição geográfica condicionada à ocorrência dessa planta. Seu primeiro relato como praga foi em 1900 na Indonésia, China e Austrália. Desde então, distribuiu-se para todos os países produtores de banana. Presume-se que essa praga tenha se dispersado para outras regiões tropicais e subtropicais do mundo por meio do movimento de mudas infestadas (CARBALHO, 2001).

No Brasil, sua primeira ocorrência foi constatada em 1915, no Rio de Janeiro. A partir dessa data, foi encontrada em todos os estados brasileiros que cultivam bananeira, atacando com maior ou menor intensidade todas as cultivares (ARLEU, 1982; SUPPLY FILHO & SAMPAIO, 1982).

O inseto adulto é um pequeno besouro de cor preta brilhante, que mede de 15 a 20 mm de comprimento e 4 mm de largura, apresenta pequenas pontuações na região dorsal do tórax e abdômen (CASTRILLÓN, 2003).

Sua cabeça é pequena quando comparada ao resto do corpo, as antenas são genículo-clavadas e as peças bucais ficam localizadas na parte apical do rostro (GALLO et. al., 2002).

Os adultos são de vida livre, não se limitam à planta hospedeira, mas raramente são encontrados fora dos cultivos de bananeiras (GOLD e MESSIAEN, 2000). Quanto à estratégia reprodutiva, a espécie pode ser classificada como estrategista “K” clássico, apresentando comportamentos como: longo tempo de desenvolvimento (um a dois anos), baixa taxa reprodutiva, descendentes de maior tamanho e em menor número; maior investimento em sobrevivência devido à intensa competição (MACARTHUR & WILSON, 1967).

Gold et al. (2002) acrescentaram como característica desse inseto comportamento gregário e fototropismo negativo, ou seja, possuem hábitos noturnos sendo ativos entre às 18h e 6h. Durante o dia, são geralmente observados em locais úmidos nos restos da cultura, principalmente nas bainhas foliares próximas à base das plantas. Apresentam tanatose, comportamento de defesa no qual simulam a própria morte.

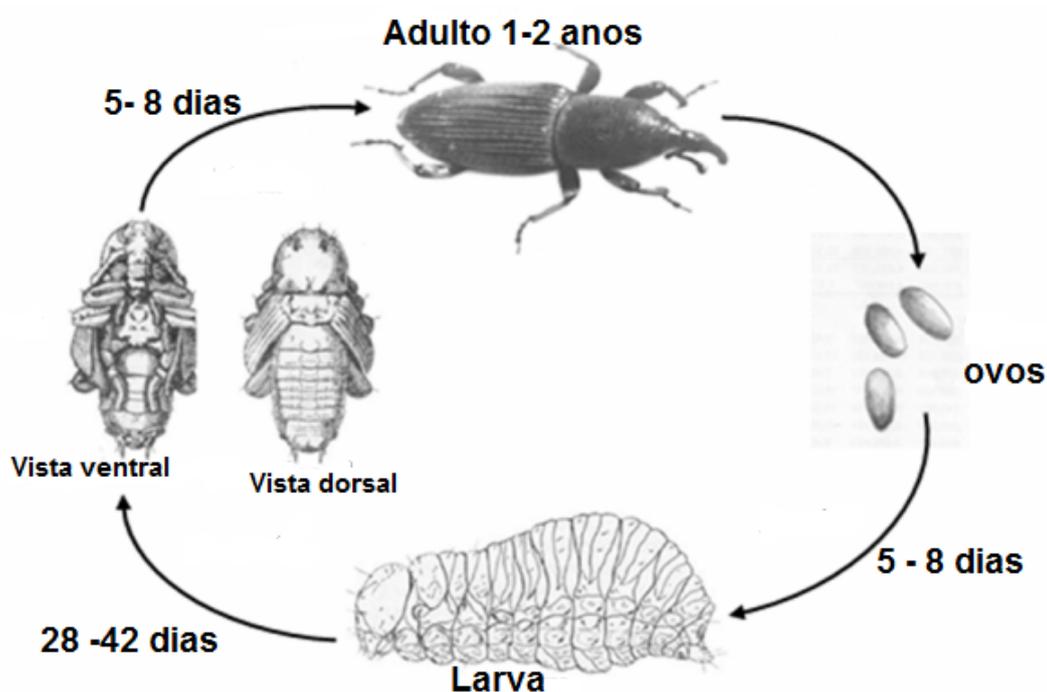
*C. sordidus* é um inseto oligófago, alimentando-se de plantas do gênero *Musa* e *Ensete*. Apesar de poder sobreviver por longos períodos sem se alimentar, eles geralmente morrem dentro de 72 horas, quando mantidos em substratos secos. Isto sugere que eles são muito sensíveis à umidade (VALLEJO et al., 2007).

São sedentários e, embora possuam asas funcionais, raramente voam. Sua dispersão é comum pelo movimento de material de plantio infestado contendo ovos, larvas, pupas ou adultos. Os adultos também podem se mover a longas distâncias segundo o registro de Silva (1985), podendo contribuir para infestações de culturas vizinhas (GOLD et al., 1998, 2002).

O dimorfismo sexual nos adultos pode ser observado por características como a distribuição de pontuação no rostro e a curvatura do último esternito abdominal (RUKAZAMBUGA et al., 2002; FANCELLI, 1999).

Os estímulos químicos, conforme evidenciado por Cuillé (1950), são muito importantes para este inseto nos processos de localização do hospedeiro, em que a percepção do odor liberado pelos tecidos da bananeira orienta os insetos nos processos de oviposição, alimentação e abrigo. O estudo do efeito desses compostos, em interação com os feromônios de agregação produzidos pelos machos, serviu de base para trabalhos envolvendo semioquímicos, os quais podem ser aplicados ao controle do inseto como o feromônio sintético Cosmolure® (CERDA et al., 1996; GOLD et al., 2002).

A espécie é holometábica, apresentando metamorfose completa, passando pelas etapas de ovo, larva, pupa e adulto (Figura1).



**Figura 1** Ciclo biológico da broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus*. Fonte: Tinzaara et al. (1999).

A temperatura e umidade relativa são fatores críticos para a biologia desse inseto que assim como a cultivar, idade da planta e densidade da população, podem

influenciar diretamente na duração das fases de desenvolvimento da broca (MESQUITA et al., 1984; TRAORE, 1993).

A oviposição ocorre durante todo o ano com uma média de 4,8 ovos/fêmea por mês e total de 50 a 100 ovos/ano, mas, em períodos de baixa pluviosidade, a atividade do inseto diminui significativamente (VALLEJO et al., 2007).

A fêmea geralmente oviposita no ponto de inserção das bainhas foliares, próximas à coroa do rizoma, preferindo bananeiras que já frutificaram. Os ovos são colocados individualmente em câmaras escavadas pela própria fêmea a um ou dois mm de profundidade na base da planta hospedeira (ABERA et al., 1999).

Neuenschwander (1988) relata que a fase de ovo é a mais vulnerável ao ataque de inimigos naturais, principalmente as formigas. O ovo tem um comprimento de 2,5 mm, é de cor branca a ligeiramente amarelada, forma ovoide, com período de incubação de cerca de 5 a 8 dias (GOLD et al., 2001) (Figura 1).

As larvas são ápodas com cabeça de cor marrom, corpo curvado em forma de “C” e coloração branco-leitosa. Durante seu desenvolvimento, a larva passa por seis instares no período de vinte e oito a quarenta e dois dias (COTO e SAUNDERS, 2004) (Figura 1). No máximo desenvolvimento, apresentam um comprimento de 10 a 15 mm.

As larvas se alimentam dos tecidos vivos da planta, escavando galerias, com o aparelho bucal, ao longo do rizoma e na parte inferior do pseudocaule. Movimentam-se com contrações rítmicas dos seus segmentos torácicos. É nessa fase do inseto que ocorrem os danos diretos causados às plantas (SUPLICY & SAMPAIO, 1982; CARBALLO, 2001).

A larva completa o seu ciclo no interior dos rizomas. Ao final do período larval, estas se dirigem às extremidades das galerias localizadas próximas à superfície externa do rizoma (GOLD et al., 2002).

A fase de pupa tem duração de cinco a oito dias (COTO e SAUNDERS, 2004) (Figura 1). A pupa é exarada, de coloração amarelada e aparece nas galerias que se encontram na periferia dos rizomas (MESSIAEN, 2002).

### 3.3 DANOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE *Cosmopolites sordidus*

Conforme mencionado, os danos provocados na cultura da bananeira são provocados pela larva de *C. sordidus*, que ao se alimentar do rizoma, abrem galerias rompendo tecidos, fibras e vasos, obstruindo a passagem dos nutrientes e água (MERCHÁN, 2000, GOLD et al., 2001, CARBALHO, 2001, MUÑOZ, 2006). Como consequência, reduz o desenvolvimento da planta e o tamanho do cacho, além de facilitar o tombamento da planta pela ação do vento.

As galerias abertas pela larva podem ainda causar danos indiretos e facilitar a entrada de microrganismos fitopatogênicos (fungos, bactérias, etc.). Ultimamente, todas as atenções voltaram-se para a necessidade de controle do inseto nas áreas de produção porque estudos recentes relacionaram-no como vetor de esporos do fungo causador do mal-do-Panamá (MELDRUM et al., 2013), *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raça 4 (Foc TR4). A rápida e agressiva disseminação dessa doença tem provocado severas perdas nos países onde está disseminada, afetando a maioria das cultivares utilizadas.

A avaliação dos danos no rizoma deve ser realizada após a colheita, visando à obtenção da porcentagem de galerias presentes. Para oviposição, as fêmeas tem preferência por rizomas no estágio de florescimento (VILARDEBÓ, 1973; MERCHAN, 2002), coincidindo com a fase em que o rizoma apresenta um suprimento extra de nutrientes voltados à fase produtiva da planta (frutificação e enchimento dos frutos) (PAVIS e LEMAIRE, 1996).

Os danos diretos podem ser avaliados por meio de técnicas propostas por vários especialistas, como Crooker (1979), Mesquita et al. (1984), Vilardebó (1973), Lescot (1988) e Taylor (1991). Em sua maioria, os métodos estimam visualmente a porcentagem dos tecidos danificados pelas galerias no rizoma, mediante corte e exposição da área afetada e atribuição de notas de acordo com a distribuição das de galerias.

### 3.4 MONITORAMENTO POPULACIONAL DE *Cosmopolites sordidus*

Devido ao hábito críptico e atividade noturna, torna-se difícil observar a presença da broca-da-bananeira no cultivo, podendo passar despercebida pelos produtores e com isso atingir níveis de infestação elevados. Apesar da preferência da praga por bananeiras na fase de florescimento, em altos níveis populacionais e também em plantios originados de mudas infestadas, têm-se observado ataques a plantas em todas as fases causando grandes prejuízos (MARTINEZ, 1971; ARLEU, 1983).

Os sintomas externos na planta são pouco característicos, já que coincidem com os sintomas de outros problemas fitossanitários. Compreender a dinâmica populacional da broca possibilita a adoção de medida de controle dessa praga (ARLEU, 1982; SUPPLY & SAMPAIO, 1982; BATISTA et al., 2002).

Assim, o monitoramento populacional do inseto é indispensável para o controle, que pode ser feito utilizando-se armadilhas confeccionadas de partes da própria planta que já produziu o cacho (Batista et al., 2002).

A primeira proposta do uso de armadilha vegetal confeccionada a partir da própria planta foi feita por Knowles & Jepson (1912), observando os adultos nos resíduos das culturas. Desde então tem sido amplamente recomendada para monitoramento e controle de *C. sordidus* (GOLD et al., 1995).

A atração da broca pela planta é atribuída aos compostos voláteis secundários que a planta libera como semioquímicos (uma mistura de ésteres, álcoois e ácidos orgânicos) contidos no rizoma, pseudocaulo e base das bainhas foliares (BUDENGERG et al., 1993; CERDA et al., 1995). Tais compostos são percebidos por quimiorreceptores localizados em várias partes do corpo do inseto, os quais elicitam resposta imediata gerada por impulsos para o sistema nervoso (CASTRILLÓN, 2003).

Os meios mais comuns de captura de adultos de *C. sordidus* são por meio de armadilhas de rizoma e pseudocaulo (CASTRILLÓN, 1991). As armadilhas mais empregadas são do tipo “telha” e “queijo”. As armadilhas do tipo “telha” são feitas de

pedaços de pseudocaule, com aproximadamente 50 cm de comprimento, cortadas ao meio no seu comprimento, ficando a parte cortada voltada ao solo, e localizadas próximo às touceiras. As armadilhas do tipo “queijo” são feitas aproveitando o rizoma da planta colhida, realizando um corte na base da planta com altura entre 5 e 10 cm do nível do solo. Essa parte cortada (15 a 45 cm de altura) é colocada sobre a base da planta que permaneceu no solo. Recomenda-se o uso de 20 armadilhas por hectare para monitoramento e cerca de 100 a 150 armadilhas por hectare para controle (BATISTA et al., 2002).

As coletas dos insetos são realizadas semanalmente nas armadilhas, substituindo-as a cada 15 dias. A utilização das armadilhas baseia-se na atração exercida pelas substâncias voláteis presentes no pseudocaule e no rizoma da bananeira sobre adultos de *C. sordidus* (FAZOLIN et al., 2000; VILADERBO, 1973 apud FANCELLI, 1999). As armadilhas confeccionadas com material de rizoma são mais atrativas para *C. sordidus* do que aquelas feitas inteiramente de pseudocaule (RHINO et al., 2010).

O manejo da cultura influencia diretamente na incidência da população da broca. Estudos realizados por Rukazambuga et al. (2002) e Masanza (2005) mostram que cultivos com baixo nível manejo, mal drenados, com solos ácidos e de baixa fertilidade aumentam significativamente a incidência da broca na cultura.

A utilização de adubos orgânicos como torta de mamona pode reduzir a incidência do inseto, conforme Lins et al. (2013) em estudo, utilizando plátano cv. Terra.

### 3.5 MANEJO DE *Cosmopolites sordidus*

O Manejo integrado de Pragas (MIP) preconizada pela FAO desde 1972 como conjunto de regras baseadas em que integram aplicações de métodos de controle com base nos princípios ecológicos, econômicos e sociais, visando interferir o mínimo possível no agroecossistema. Gold et al. (2001) revisaram os principais métodos utilizados no controle de *C. sordidus*. O uso intensivo de inseticidas tornou-se impraticável, devido à sua alta toxicidade e à possibilidade do princípio ativo

translocar-se para os frutos, além do risco de resistência desenvolvida pelos insetos na cultura da banana (LARA et al., 2000; MUSABYIMANA et al., 2001).

O controle biológico utilizando predadores generalistas é pouco eficaz (WATERHOUSE e NORRIS, 1987), pois o fato de não serem predadores específicos da broca, além do hábito críptico da praga, com localização das larvas e pupas em galerias no interior das plantas, dificulta a ação da maioria desses predadores (OSTMARK, 1974). Além disso, o uso indiscriminado de agrotóxicos reduziu significativamente a presença dos predadores nas áreas.

A cobertura do solo e diversificação dos sistemas de cultivo levantam novas questões sobre o funcionamento do controle biológico da broca-do-rizoma, pois a adição de cobertura no cultivo de bananeira pode aumentar a biodiversidade, em geral, levando à maior abundância de artrópodes predadores generalistas. Estudos recentes mostraram que em áreas de cultivo de banana com adição de cobertura, houve diminuição do número de adultos, porém não foi registrada redução dos danos, o que reflete a favorabilidade à sobrevivência de ovos e larvas (CARVAL et al., 2016).

Outra alternativa de controle é o uso de fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana*, que tem sido largamente estudado, produzindo elevados níveis de mortalidade. Fancelli et al. (2013) avaliaram a aplicação desse fungo em cultivos na Bahia utilizando armadilha tipo “telha”, resultando em significativa redução do número de insetos. Contudo, os custos de produção e distribuição no campo ainda limitam o potencial de aplicação da tecnologia (FANCELLI, 2004).

Variedades resistentes a *C. sordidus* ainda continuam a ser uma estratégia bastante promissora, porém ainda em desenvolvimento (KIGGUNDU et al.; 2003). Assim, os métodos de controles culturais que são baseados na destruição dos restos de cultura, utilização de mudas com procedência ou rigorosamente tratadas e o uso de armadilhas vegetais para monitoramento de *C. sordidus* ainda são os únicos métodos atualmente disponíveis para os produtores de banana que, em sua grande maioria, são caracterizados por mão-de-obra familiar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERA, A. M. K.; GOLD, C. S.; KYAMANYWA, S. Timing and distribution of attack by the banana weevil (Coleoptera: Curculionidae) in East African highland banana (*Musa* spp.). **Florida Entomologist**, v.82, n.4, p. 631-641, 1999.

ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana, aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas: Embrapa, 1999. 585 p.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R. e S.; OLIVEIRA, S. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.2, p.224-227, 2010.

ARLEU, J.R.; SILVEIRA NETO, S.; GOMES, J. A.; NÓBREGA, C. A. **Movimentação mensal da broca-da-bananeira, em bananais da cv. Prata, na região produtora do Espírito Santo**. Cariacica, ES, EMCAPA, 1985. 5p. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 37).

ARLEU, R.J. & SILVEIRA NETO, S. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae). **Turrialba**, v.34, p 359-367,1984.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A.G. Brocas da bananeira. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico - Banana, 6., 2002, São Bento do Sapucaí - SP, 2002. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2002. p.1-16.

BORGES, A.L.; SOUZA, L.S.; TRINDADE, A. V.; TEIXEIRA, A. H. C. **O cultivo da bananeira**, 1.ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.

BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo de plátanos** (Bananeiras Tipo Terra). Brasília, DF: Embrapa, 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção).

BUDENBERG, W.J.; NDIEGE, I. O.; KARAGO, F. W.; HANSON, B. S. A behavior and electrophysiological response of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* to host plant. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, p.267-278,1993.

CARBALLO, M. Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. **Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, Costa Rica, n.59. p.22-30, 2001.

CARVAL, D.; RESMOND, R.; ACHARD, R.; TIXIER, P. Cover cropping reduces the abundance of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* but does not reduce its damage to the banana plants. **Biological Control**, v. 99, p. 14-18, 2016.

CASTRILLON, C. Manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en plátano y banano de la zona cafetera de Colombia. In: Reunión ACORBAT, 9., 1989, Merida, Venezuela. **Memorias...** Maracaibo, Venezuela: ACORBAT, 1991. p.349-362.

CASTRILÓN, C. Situación actual del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus* Germar) (Coleoptera: Curculionidae) en el mundo. **Actas del taller"**

**Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musaceas**, p. 125-138, 2003.

CERDA, H.; LÓPEZ, A.; SANOJA, O.; SÁNCHEZ y JAFFÉ, K. Atracción olfativa de *Cosmopolites sordidus* Germar (1824) (Coleoptera: Curculionidae) estimulado por volátiles originados en musaceas de distintas edades y variedades genómicas. **Agronomía Tropical**, Caracas, v. 46, n.4, p. 413-429, 1996.

CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: ALVES, E. J. (Org.). **A Cultura da Banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa- SPI/ Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1997, p. 353-407.

COTO, D.; SAUNDERS, J. L. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Manual Técnico 52. CATIE. **EARTH, Costa Rica**, p. 399, 2004.

CUILLÉ, J. **Recherches sur le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*, Germ.**, Momographie de l'insecte et recherches de ses chimiotropisme. Paris, Institut des Fruits et Agrume Coloniaux, Ser. tech. 4, p.225. 1950.

DONATO, S. L. D. et al. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006.

FANCELLI, M.; DIAS, A. B.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; JESUS, S. C. de; NASCIMENTO, A. S. do ; SILVA, S. DE O. ; CALDAS, R. C.; LEDO, C. A. da S. *Beauveria bassiana* strains for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in plantain. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 1-7, 2013.

FAO, **Food and Agriculture Organization**. Disponível em:<[www.fao.org](http://www.fao.org) >Acesso em: 20 fev. 2015.

FAZOLIN, M., LEDO, A. da S.; AZEVEDO, F. F. **Manejo preventivo da broca-do-rizoma da bananeira no Acre**. Embrapa Acre, 2000.

GOLD, C.S. et al. Recent advances in banana weevil biology, population dynamics and pest status with emphasis on East Africa. In: FRISON, E.A. et al. (Ed.). **Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa**. Neuspruit: Inibap, 1998. 356p.

GOLD, C. S.; MESSIAEN, S. El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. **Plagas de Musa, Hoja Divulgativa**, v. 4, p. 1-4, 2000.

GOLD, C.S.; PENA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v.6, n.2, p.79-155, 2001.

GOLD, C. S.; OKECH, S. H.; NOKOE, S. Evaluation of pseudostem trapping as a control measure against banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda, **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, no. 1, pp. 35–44,2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.C; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2002. v.10.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em:< [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_12\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201401.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_12_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201401.pdf)> Acesso em: 20/01/2015.

INIBAP, Producción. Comercialización de Banano Orgánico en la región del Alto Beni. **Manual práctico para productores**, p. 32-33, 2010.

KIGGUNDU, A.; PILLAY, M.; VILJOEN, A.; GOLD, C.; TUSHEMEREIRWE,W.; KUNERT, K. Enhancing banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) resistance by plant genetic modification: A perspective. **African Journal of Biotechnology**, v. 2, n. 12, p. 563-569, 2004.

LARA, F. M.; SARGO, H.L.B.; CAMPOS,A.R.; BARBOSA, J.C. Preference of *Cosmopolites sordidus* Germ.(Coleoptera: Curculionidae) for banana plant genotypes under laboratory conditions. **Ecossistema**, v. 25, n. 1, p. 35-38, 2000.

LEILA, C. R.; FANCELLI, M.; RITZINGER, H. S. P.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. da S. Torta de mamona no controle da broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em bananeira-Terra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 493-499, 2013.

LINS, R.D.; DANTAS, A.V.L.; FANCELLI, M.; CARVALHO, C.A.L.; LEITE, J.B.V. Infestação da broca-do-rizoma em variedades e híbridos de bananeira em Una, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, p. 105-108, 2013.

MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. The theory of island biogeography. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1967. 203p.

MASANZA, M.; GOLD, C.S.;VAN HUIS, A.; RAGAMA, P.E.; OKECH, S.H.O. Effect of crop sanitation on banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) populations and crop damage in farmers' fields in Uganda. **Crop Protection**, Kidlington, v.24, p.275–283, 2005.

MELDRUM, R.A.; DALY, A. M.; TRAN-NGUYEN, L.T.T.; AITKEN, E.A.B. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? **Australasian Plant Pathology**, v.42, n.5, p.543-549, 2013.

MERCHÁN, V. M. Manejo integrado de plagas del plátano y el banano. In: Reunión Acorbat, 15., 2002, Cartagena de Indias, Colombia, **Memorias...**Medellín, Colombia: ACORBAT, 2002. p. 353-561.

MESQUITA, A. L. M.; SOBRINHO, R. B.; NORÕES, N. P.; COSTA, J.A.G. **Efeito da frequência de coleta de adultos de broca do rizoma da bananeira, em isca tipo 'queijo', sobre os números de insetos coletados**. Fortaleza, comunicado técnico 111 – Embrapa, p. 5, 2005.

MESQUITA, A.L.M.; ALVES, E.J. Aspectos da biologia da broca-do-rizoma em diferentes cultivares de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.18, n.12,p.1289-1292, 1983.

MESQUITA, A.L.M.; CALDAS, R.C. Efeito da idade e da cultivar de bananeira sobre a biologia e preferência do *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824). **Fruits**, Paris, v.41, n.4, p.245-249,1986.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999.

MESQUITA, A. L. M.; SOBRINHO, R. B.; NORÕES, N. P.; COSTA, J. A. G. **Efeito da frequência de coleta de adultos de broca do rizoma da bananeira, em isca tipo 'queijo', sobre os números de insetos coletados**. Fortaleza, comunicado técnico 111 – Embrapa, p. 5, 2005.

OSTMARK, H.E. Economic insect pests of bananas. **Annual Review of Entomology**, v.19, p.161-176,1974.

PEREIRA, L. V.; CORDEIRO, Z. J. M., FIGUEIRA, A. D. R., HINZ, R. H., MATOS, A. D. Doença da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 37-47, 1999.

KOPPENHOFER, A.M., SESHU REDDY, K.V. & SIKORA, R.A. Reduction of banana weevil populations with pseudostem traps. **International Journal of Pest Management**, v. 4, p.300-304.1994.

RONALD, P. Plant genetics: Sustainable agriculture and global food security. **Genetics**, Davis, v. 188, p. 11-20, 2011.

SHEPHERD, K. Banana: taxonomia e morfologia In : SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1984. p. 50-74.

VALLEJO, L.F, SÁNCHEZ, R.; SALGADO, M. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. **Boletín Científico Museo Historia Natural**, v.11, p.361-375, 2007.

KIGGUNDU, A; GOLD, C. Aspectos de la resistencia al picudo negro del banano em *Musa* y perspectivas para la ingeniería genética contra el picudo negro. **Infomusa**, v.11, n.1, 2002.

KOPPENHOFER, A. M; SESHU REDDY, K.V; MADEL, G; LUBEGA, M.C. Predators of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae) in Western Kenya. **Journal of Applied Entomology**, v.114: p.530-533,1992.

NEUENSCHWANDER, P. **Prospects and proposals for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in Africa**. In Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Proceedings of a Workshop, Bujumbura, Burundi, 7–11 December 1987, pp. 54–57. Montpellier, France: INIBAP, 1988.

PAVIS, C.; LEMAIRE, L. Resistencia de los bananos al picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Infomusa**, v.5.p.3-9,1996.

RHINO, B; DOREL, M; TIXIER, P; RISEDE, JM. 2010. Effect of fallows on population dynamics of *Cosmopolites sordidus*: toward integrated management of banana fields with pheromone mass trapping. **Agricultural and Forest Entomology**, v.12, n.2, p.195-202, 2010.

RUKAZAMBUGA, NDTM; GOLD, CS; GOWEN, SR.. Yield loss in east African highland banana (*Musa* spp. AAA-EA group) caused by the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Abstract). **Crop Protection**,v.17, n.7, p.581-589, 1998.

RUKAZAMBUGA, N.D.T.M., GOLD, C.S.; GOWEN, S.R. The influence of crop management on banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) populations and yield of highland cooking banana (cv Atwalira) in Uganda. **Bulletin of Entomological Research**, v.92, p.413–21, 2002.

SUPLICY FILHO,N.; SAMPAIO, A.S. Pragas da bananeira. **Biológico**, São Paulo, v.48, n.7, p.169-182,1982.

SOTO, M. Situación y avances tecnologicos en la producción bananera mundial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.spe., p.13-28, 2011.

TAYLOR, B. Research field work on upland bananas, *Musa* spp., principally *acuminata* triploid AAA types in the Kagera region of Tanzania. With observations on growth and causes of decline in crop yield. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, v.85, p.349–92, 1991.

TINZAARA, W; KARAMURA, E; TUSHEMEREIRWE, W. Observaciones preliminares sobre los enemigos naturales asociados con el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar en Uganda. **Infomusa**, v.8, n.1, p.28-29. 1999

TRAORE, L.; GOLD, C.S.; PILON, J.G.; BOIVIN,G. Effects of temperature on embryonic development of banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. **African Crop Science Journal**, v. 1, n. 2, 1993.

VALLEJO, L.F.; SÁNCHEZ, R; SALGADO, M.. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera:Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. **Museo de Historia Natural**, v.11, p.361-375, 2007.

VILARDEBO, A.. El coeficiente de infestación. Criterio de evaluación del grado de ataque al bananal por *Cosmopolites sordidus* Germar, el picudo negro del banano. **Fruits**, v.28, n.6, p.471-426, 1973.

WATERHOUSE, D.F.; NORRIS, K.R. *Cosmopolites sordidus* (Germar). In Waterhouse, D.F. & Norris, K.R. (eds) **Biological Control: Pacific Prospects**, pp. 152–8, 1987, Melbourne, Australia: Inkata Press.

WOODRUFF, R.E; FASULO, T.R. Banana root borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). **Entomology Circular**, v.88, p.1-5, 2010.

**ARTIGO 1**

**SUBMETIDO AO COMITÊ EDITORIAL DO PERIÓDICO PESQUISA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

## **Novo tipo de armadilha para monitoramento populacional da broca-do-rizoma**

Juliana Silva Queiroz<sup>(1)</sup>, Marilene Fancelli<sup>(2)</sup>, Carlos Alberto da Silva Ledo<sup>(2)</sup> e Cesar Guillén Sanches<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: jusique75@hotmail.com, <sup>(2)</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: marilene.fancelli@embrapa.br; carlos.ledo@embrapa.br, <sup>(3)</sup>Corporación Bananera Nacional, Apartado Postal: 6504-1000, San José, Costa Rica. E-mail: cguillen@corbana.co.cr.

Resumo – O presente estudo teve como objetivo testar a eficiência de um novo modelo de armadilha comparando-a com as armadilhas mais recomendadas e utilizadas pelos produtores para monitoramento de *Cosmopolites sordidus* em áreas de produção de plátanos. Três tipos de armadilhas vegetais foram testados: “queijo”, “telha” modificada e uma nova armadilha denominada “cunha”. O experimento foi realizado em cinco áreas em produção, cada uma com um hectare, onde foram distribuídas 20 armadilhas de cada tipo em cada área, totalizando 300 armadilhas. As armadilhas foram distribuídas quinzenalmente e as coletas realizadas semanalmente. Os dados de médias mensais de insetos capturados por armadilha foram submetidos ao teste F da análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de adultos de *C. sordidus* capturados na armadilha tipo “cunha” foi superior às outras armadilhas testadas, indicando maior atratividade para os insetos. Dessa forma, recomenda-se o uso desta armadilha

para o monitoramento da broca-do-rizoma em plantios de plátanos na região do Baixo Sul da Bahia.

**Termos para indexação:** *Musa* spp.; plátano; *Cosmopolites sordidus*, manejo de pragas.

### **A new type of trap for monitoring banana weevil population**

Abstract – The present study aimed to test the efficiency of a new type of trap compared to the most recommended and used traps by banana growers for monitoring *Cosmopolites sordidus* in areas cultivated with plantains. Three types of plant trap were tested: “cheese”, modified “tile” and a new trap called “cunha”. The experiment was carried out in five areas in production, one hectare each one, where 20 traps of each type were distributed in each area, totaling 300 traps. The traps were distributed fortnightly and the insect collections were performed weekly. Monthly average of insects captured by the traps were submitted to the F test of analysis of variance considering the randomized block design. The average of the treatments were compared by Tukey test at 5% probability. The number of insects captured in type “cunha” trap was higher than the others ones. Thus, it is recommended the use of this type of trap for banana weevil monitoring in plantains plantations in the Southern Bahia region.

**Index terms:** *Musa* spp.; plantain, *Cosmopolites sordidus*, pest management.

### **Introdução**

Os plátanos, banana-da-terra, constituem-se num dos principais cultivos amiláceos nos países em desenvolvimento. O Brasil não tem representatividade na

exportação de plátano, contudo toda sua produção está voltada para o mercado interno. Com produção estimada de 620 mil toneladas/ anos, gera empregos diretos e indiretos, principalmente por envolver em sua grande maioria a mão-de-obra familiar (Borges, 2015).

As regiões Norte e Nordeste são as maiores produtoras e consumidoras e o Estado da Bahia concentra as maiores áreas de produção, com destaque para o Baixo Sul baiano como a principal região produtora, com áreas plantadas de aproximadamente 16,5 mil hectares e produção de 285 mil toneladas (Borges, 2015).

Os plátanos são altamente suscetíveis à broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Germar), considerada a praga economicamente mais importante para o gênero *Musa*, por sua ampla distribuição e danos (Ostmark, 1974; Gold et al., 2001). O inseto adulto tem hábitos noturnos, abrigando-se durante o dia entre as bainhas foliares das plantas, restos da cultura e rizomas das plantas colhidas, dificultando a observação do inseto nos cultivos pelos agricultores (Gold et al., 2001; Vinatier & Vinatier, 2013).

Estudos recentes tem chamado a atenção para a associação da broca-do-rizoma com fitopatógenos da bananeira, como o agente causal do mal-do-Panamá, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC) raça 4 (Meldrum et al., 2013). Were et al. (2015) demonstraram que *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, agente causal da murcha bacteriana, sobrevive no corpo do adulto de *C. sordidus*, podendo este ser considerado disseminador da doença. Assim, faz-se necessário o controle do inseto. Inseticidas usualmente empregados no controle da broca-do-rizoma vêm sofrendo sérias objeções pelos órgãos de defesa vegetal, além de serem utilizados com restrição na Produção Integrada, e proibidos na produção orgânica,

requerendo-se pesquisas sobre métodos alternativos de controle (Gold et al., 2001; Reddy et al., 2008; Tinzaara et al., 2007; Aby et al., 2015; Uzakah et al., 2015).

Compreender a dinâmica populacional da broca-do-rizoma é fundamental para o estabelecimento de medidas de controle desta praga. O monitoramento é realizado mediante uso de armadilhas vegetais feitas de pedaços de pseudocaule ou rizoma (Price, 1995; Cordeiro et al., 2008), cujos voláteis atraem os adultos da broca-do-rizoma (Budenberg et al., 1993; Ndiege et al., 1996; Tinzaara et al., 2007). As mais empregadas são as do tipo “telha” e “queijo” (Mesquita et al., 2014).

Essas mesmas armadilhas podem ser usadas como método de controle, entretanto, a eficiência de captura de adultos de *C. sordidus* é muito baixa e os resultados apenas são atingidos a longo prazo (Gold et al., 2001; Mesquita et al., 2014). Dessa forma, pesquisas vêm sendo conduzidas visando determinar modelos de amostragem do inseto (Maldonado et al., 2016), assim como aumentar a eficiência de captura dos adultos pela avaliação de diferentes tipos de armadilhas vegetais integradas ou não ao controle biológico (Navas Rivera, 2011; Aby et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de um novo modelo de armadilha vegetal comparando-o com as armadilhas mais recomendadas e utilizadas pelos produtores para monitoramento de *C. sordidus* em áreas de produção de plátanos.

### **Material e métodos**

O experimento foi conduzido em áreas produtoras de plátano cv. Terra, localizadas no município de Tancredo Neves, Bahia situado a 13°23.793" de Latitude

Sul 039°19'945" de Longitude Oeste a 122 m acima do nível do mar, no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015

Utilizaram-se três tipos de armadilhas: tipo “queijo”; tipo “telha” modificada (sanduíche), e o novo modelo, denominado tipo “cunha”, feitas a partir de pseudocaule de plantas colhidas. A armadilha tipo “queijo” foi feita cortando-se o pseudocaule a aproximadamente 30 cm do nível do solo, efetuando-se um novo corte (parcial) à metade dessa altura (Figura 1). A armadilha tipo “telha” modificada foi obtida a partir da metade de um pedaço de pseudocaule de aproximadamente 60 cm de comprimento, partido ao meio no sentido longitudinal. Dessa forma, os pedaços de pseudocaule foram sobrepostos e colocados na touceira, próximo à base da planta. Para fazer a armadilha tipo “cunha”, inicialmente o pseudocaule foi rebaixado e a uma altura de 50 cm. Em seguida, dois cortes foram feitos no pseudocaule a aproximadamente 15 cm acima do solo no formato de V horizontal, no qual o corte superior formava um ângulo de 45° graus em relação à superfície de corte inferior, paralela ao nível do solo (Navas Rivera, 2011).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 (três tipos de armadilhas e três meses de avaliação), com cinco repetições.

Foram distribuídas, quinzenalmente, vinte armadilhas de cada tipo em cada bloco, totalizando cem armadilhas distribuídas aleatoriamente em cinco hectares das áreas de produção utilizadas. As coletas dos insetos foram realizadas semanalmente, aos sete e quatorze dias após a distribuição das armadilhas, quando novas armadilhas foram feitas, adotando-se o mesmo procedimento para as contagens e coletas dos insetos.

Para a avaliação da eficiência, efetuou-se contagem semanal do número de insetos por armadilha.

Os dados de médias mensais de insetos capturados por armadilha foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

Dados de temperatura, pluviosidade e umidade (Tabela 1) foram correlacionados com densidade populacional dos insetos.

### **Resultados e discussão**

A interação não foi significativa considerando o número de adultos de *C. sordidus* nos mês de avaliação e tipo de armadilha (Tabela 2). Entretanto, verificou-se efeito significativo para o tipo de armadilha.

As armadilhas tipo “cunha” atraíram mais insetos (3011) do que as do tipo “queijo” (2214) e “telha” modificada (2234), contribuindo com cerca de 40% do total de insetos capturados (Tabela 3). A média de insetos capturados na armadilha tipo “cunha” (201) foi estatisticamente superior aos valores registrados para “telha” modificada (149) e “queijo” (148) (Figura 2A). Dessa forma, a armadilha tipo “cunha” mostrou-se mais eficiente dos que as demais. A captura registrada na armadilha tipo “telha” modificada foi similar à do tipo “queijo”, denotando sua superioridade em relação à “telha” convencional (Gold et al., 2001; Cordeiro & Fancelli, 2008).

Não foi registrado efeito significativo do mês de avaliação para o número de adultos de *C. sordidus* capturados (Tabela 2). Os valores registrados para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro foram de 175, 163 e 158, respectivamente (Figura 2B).

Não foi observada correlação significativa entre número de adultos capturados nas armadilhas com a precipitação pluviométrica, discordando dos dados obtidos por Price (1995) e Duyck et al. (2012) (Tabela 4), mas corroborando parcialmente resultados de Reddy et al. (2008) para nove das dez localidades avaliadas, em estudos contemplando eficiência de armadilhas contendo feromônio de agregação.

Também não houve correlação significativa entre o número de adultos capturados nas armadilhas com relação às temperaturas média e máxima (Tabela 4). Contudo, observou-se correlação significativa e positiva entre os valores para adultos capturados nas armadilhas tipo “queijo” e “cunha” e temperatura mínima. Embora as variações de temperatura tenham sido pequenas, o fato de que o aumento da temperatura mínima produza maior captura de adultos pode ser devido ao desencadeamento da emissão de voláteis pelo rizoma.

Observou-se correlação significativa e positiva entre o número de insetos capturados e a umidade relativa média (Tabela 4), indicando que este tipo de armadilha é mais dependente das condições externas do que as demais. Tal fato pode ser justificado pelo modo de confecção da armadilha tipo queijo, visto que as partes superior e inferior da mesma são ligeiramente separadas (Figura 1A). Nesse caso, a maior umidade relativa média proporcionou maior captura de insetos em decorrência da melhor condição da armadilha, visto que os adultos são altamente higroscópicos, corroborando com Ostmark (1974) e Gold et al. (2001). Curiosamente, a mesma tendência não foi observada para as armadilhas tipo “cunha” e “telha” modificada. No caso da armadilha tipo “cunha”, pode ser que, devido ao modo de confecção, permaneça com umidade suficientemente adequada durante toda sua vida útil, pouco dependente das condições externas (Figura 3). Já

para a armadilha tipo “telha” modificada, onde se esperaria uma dependência maior da umidade relativa média, é possível que sua degradação mais rápida, favorecida pelo alto número de visitas de outros organismos (dados não apresentados) e desidratação precoce tenham diminuído sua atratividade para os insetos ao longo do tempo.

Analisando as médias de adultos capturados mensalmente, observou-se que os valores estão nos limiares para o nível de controle do inseto, que varia de dois a cinco insetos por armadilha (Cordeiro & Fancelli, 2008) (Tabela 3). Adicionalmente, verificou-se que as armadilhas tipo “queijo” e “telha modificada” subestimaram o número de adultos capturados, o que pode levar a um atraso na adoção de medidas de controle, aumentando os prejuízos causados, em vista da grande suscetibilidade dos plátanos à praga (Gold et al., 2001; Fancelli et al., 2013).

A maior atratividade das armadilhas tipo “cunha” pode ser atribuída, parcialmente, à sua maior durabilidade em relação às demais, visto que as capturas de adultos mais elevadas foram registradas na segunda semana de coleta (Figura 3). Dessa forma, no monitoramento da praga, pode ser feita a recomendação de distribuição quinzenal de armadilhas tipo “cunha”, com duas avaliações semanais do número de adultos.

Considerando a eficiência da armadilha tipo “cunha” na captura de adultos de *C. sordidus*, a catação manual é uma opção de controle (Koppenhofer et al., 1994; Mesquita et al., 2014), principalmente em sistemas orgânicos de produção, onde se preconiza a utilização de métodos de controle de baixo impacto ambiental e/ou de práticas que permitam a convivência com as pragas em um nível no qual não causam prejuízos (Masanza et al., 2005), embora os resultados somente sejam alcançados a longo prazo (Gold et al., 2001; Mesquita et al., 2014). Outro fator a ser

considerado durante o período de avaliação do experimento, foi a presença de predadores encontrados nas armadilhas (dados não apresentados), o que poderia também justificar o seu uso como um eficiente controle para cultivos orgânicos, uma vez que auxilia na manutenção e conservação da entomofauna benéfica, assim como atestaram Ostmark (1974), Koppenhoffer et al. (1994) e Abera-Kalibata et al. (2007). Por outro lado, caso se utilizem culturas de cobertura, é necessária, além do monitoramento populacional de insetos nas armadilhas, a avaliação de dano, visando aferir a porcentagem de infestação das galerias no rizoma (Carval et al., 2016) ou por meio de métodos não invasivos em desenvolvimento, como pelo uso de sensores bioacústicos (Vinatier & Vinatier, 2013).

Contudo, em sistemas de produção convencionais, face à limitação de mão-de-obra para essa atividade, recomenda-se a utilização concomitante de inseticidas biológicos ou químicos ou a integração com outros métodos de controle, como o comportamental, pela adoção de feromônios sintéticos (Gold et al., 2001; Cordeiro & Fancelli, 2008; Fancelli et al., 2013; Navas Rivera, 2011; Mesquita et al., 2014).

Particularmente para plátanos, onde é comum o afloramento do rizoma, o corte baixo efetuado para obtenção das armadilhas tipo “cunha” e “queijo” poderia ser um fator positivo na captura de maior número de insetos pela exposição do rizoma e liberação de voláteis responsáveis pela sua atratividade (Budenberg et al., 1993; Ndiege et al., 1996; Tinzaara et al., 2007). Entretanto, tal fato apenas ocorreu para a armadilha tipo “cunha”, possivelmente devido à conexão entre rizoma e pseudocaule promovida pelo corte parcial do rizoma, contribuindo para a maior liberação de voláteis nesse tipo de armadilha e adequado teor de umidade na mesma. Por outro lado, não se deve descartar o efeito dos feromônios de agregação (Tinzaara et al., 2007; Duyck et al., 2012) e sexual (Uzakah et al., 2015) e de

possíveis estímulos visuais (Reddy et al., 2011) no incremento do número de adultos capturados pelo efeito dos voláteis da planta hospedeira. Considerando-se este fato, caso não se adote o controle químico ou biológico dos insetos, é necessário que as armadilhas sejam destruídas após a última avaliação, uma vez que os adultos podem ovipositar nos tecidos das armadilhas, aumentando sua população ao invés de reduzi-la (Mesquita et al., 2014).

Deve-se ressaltar a facilidade e rapidez de confecção da armadilha tipo “cunha” como outro ponto positivo na sua utilização. Assim, o produtor pode aproveitar o momento da colheita para realizar a confecção da armadilha tipo “cunha”.

### **Conclusões**

1. A atratividade da armadilha tipo “cunha” para adultos de *C. sordidus* é superior à armadilha tipo “queijo” e “telha” modificada. Dessa forma, recomenda-se o uso desta armadilha para o monitoramento da broca-do-rizoma da bananeira em plantios de plátanos na região do Baixo Sul da Bahia.
2. A armadilha tipo “telha” modificada pode ser utilizada preferencialmente à “telha” convencional em plantios ainda não colhidos.

### **Agradecimentos**

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pela bolsa de estudos e aos produtores de Presidente Tancredo Neves pela oportunidade de conduzir o experimento em sua área de produção.

## Referências

ABY, N.; BADOU, J.; TRAORÉ, S.; KOBÉNAN, K.; KÉHÉ, M.; THIÉMÉLÉ, D.E.F., GNONHOURI, G.; KONÉ, D. Inoculated traps, an innovative and sustainable method to control banana weevil *Cosmopolites sordidus* in banana and plantain fields. **Advances in Crop Science and Technology**, v. 2015, 2015.

AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. Dados meteorológicos: Bahia. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>. Acesso em 08 de novembro de 2015.

ABERA-KALIBATA, A.M.; GOLD, C.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; RAGAMA, P.E. Composition, distribution, and relative abundance of ants in banana farming systems in Uganda. **Biological Control**, v.40, n.2, p.168-178, 2007.

BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo de plátanos** (Bananeiras Tipo Terra). Brasília, DF: Embrapa, 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção).

BUDENBERG, W.J.; NDIEGE, I.O.; KARAGO, F.W.; HANSSON, B.S. Behavioral and electrophysiological responses of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* to host plant volatiles. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, n.2, p.267-277, 1993.

CARVAL, D.; RESMOND, R.; ACHARD, R.; TIXIER, P. Cover cropping reduces the abundance of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* but does not reduce its damage to the banana plants. **Biological Control**, v. 99, p. 14-18, 2016.

CORDEIRO, Z.J.M.; FANCELLI, M. **Produção integrada de banana: metodologias para monitoramentos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical; Cruz das Almas, 2008. 52p.

DUYCK, P.F.; DORTEL, E.; VINATIER, F.; GAUJOUX, E.; CARVAL, D.; TIXIER, P. Effect of environment and fallow period on *Cosmopolites sordidus* population dynamics at the landscape scale. **Bulletin of Entomological Research**, v.102, n.05, p.583-588, 2012.

FANCELLI, M., DIAS, A.B., DELALIBERA JÚNIOR, I.; JESUS, S.C. de, NASCIMENTO, A.S. do., CALDAS, R.C.; LEDO, C.A. da S. *Beauveria bassiana* strains for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in plantain. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** (online), v.38, n.2, p.109-112. 2014.

GOLD, C.S.; PENA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v.6, n.2, p.79-155, 2001.

KOPPENHOFER, A.M.; SESHU REDDY, K.V.; SIKORA, R.A. Reduction of banana weevil populations with pseudostem traps. **International Journal of Pest Management** v.4, p.300-304, 1994.

MALDONADO, W., BARBOSA, J.C.; PAVARINI, R.; MARUYAMA, W.I.; OLIVEIRA, R.A. Spatial distribution and sequential sampling of the banana root borer. **Agronomy Journal**, v.108, n.3, p.1030-1040, 2016.

MASANZA, M.; GOLD, C.S.;VAN HUIS, A.; RAGAMA, P.E.; OKECH, S.H.O. Effect of crop sanitation on banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) populations and crop damage in farmers' fields in Uganda. **Crop Protection**, v.24, p.275–283, 2005.

MELDRUM, R.A.; DALY, A.M.; TRAN-NGUYEN, L.T.T.; AITKEN, E.A.B. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* tropical race 4 in banana plantations? **Australasian Plant Pathology**, v.42, n.5, p.543-549, 2013.

MESQUITA, A.L.M.; FANCELLI, M; BRAGA SOBRINHO, R. Efeito da frequência de coleta da broca-da-bananeira em isca de pseudocaule sobre o número de insetos capturados. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014 (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa, 63).

NAVAS RIVERA, J.L. **Eficacia de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin 1912 como controlador biológico de *Cosmopolites sordidus* Germar 1824 (Coleoptera: Dryophthoridae) em uma plantación de banano em la región Caribe de Costa Rica.** 2011. 97p. Tesis. Universidad de Costa Rica, Heredia.

NDIEGE, I.O.; BUDENBERG, W.; OTIENO, D.O.; HASSANALI, A. 1,8-cineole: an attractant for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. **Phytochemistry**, v.42, n.2, p.369-371, 1996.

OSTMARK, H.E. Economic insect pests of bananas. **Annual Review of Entomology**, v.19, p.161-176, 1974.

PRICE, N.S. The use of a modified pseudo-stem trapping technique for assessing the efficacy of insecticides against banana-borer weevil. **Fruits**, v.50, p.23–6, 1995.

REDDY, G.; CRUZ, Z.; NAZ, F.; MUNIAPPAN, R. A pheromone-based trapping system for monitoring the population of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Plant Protection Research**, v.48, n.4, p.515-527, 2008.

REDDY, G.V.P; RAMAN, A. Visual cues are relevant in behavioral control measures for *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, n.2, p.436-442, 2011.

TINZAARA, W.; GOLD, C.S.; DICKE, M.; VAN HUIS, A.; RAGAMA, P.E. Host plant odours enhance the responses of adult banana weevil to the synthetic aggregation pheromone Cosmolure+®. **International Journal of Pest Management**, v.53, n.2, p.127-137, 2007.

UZAKAH, R. P.; ODEBIYI, J. A.; CHAUDHURY, M. F. B.; HASSANALI, A. Evidence for the presence of a female produced sex pheromone in the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Scientific Research and Essays**, v. 10, n. 15, p. 471-481, 2015.

VINATIER, F. & VINATIER, C. Acoustic recording as a non-invasive method to detect larval infestation of *Cosmopolites sordidus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.149, n.1, p.22-26, 2013.

WERE, E.; NAKATO, G.V.; OCIMATI, W.; RAMATHANI, I.; OLAL, S.; BEED, F. The banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in bananas. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.37, n.4, p.427-434, 2015.

**Tabela 1.** Dados meteorológicos nos meses de dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015 (Agritempo, 2015).

Mês	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Precipitação	Umidade	Umidade
	mínima (°C)	média (°C)	máxima (°C)	pluviométric a (mm)	relativa mínima (%)	relativa máxima (%)
Dezembro	20,94	25,01	29,09	12,03	12,03	95,59
Janeiro	20,15	25,03	29,90	1,70	1,70	95,65
Fevereiro	21,05	25,78	30,51	6,48	6,48	95,17

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o número médio de *C. sordidus* capturados.

FV	GL	QM
Área	4	470,06 <sup>ns</sup>
Mês	2	295,70 <sup>ns</sup>
Armadilha	2	1.167,91 <sup>**</sup>
Mês x Armadilha	4	288,74 <sup>ns</sup>
Erro experimental	32	180,07
CV (%)		8,14
Média geral		165,76

<sup>\*\*</sup>significativo a 1% de significância. <sup>ns</sup>não significativo a 5% de significância.

**Tabela 3.** Número total de adultos de *Cosmopolites sordidus* coletados por tipo de armadilha e por época do ano.

Tipo de armadilha	Número total de insetos capturados*			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Total
“Queijo”	842 (2,11)	586 (1,47)	786 (1,96)	2214 (1,85)
“Telha” modificada	656 (1,64)	847 (2,12)	731 (1,83)	2234 (1,87)
“Cunha”	1132 (2,83)	1019 (2,55)	860 (2,15)	3011 (2,51)

\*Médias do número de adultos/armadilha de *C. sordidus* entre parênteses.

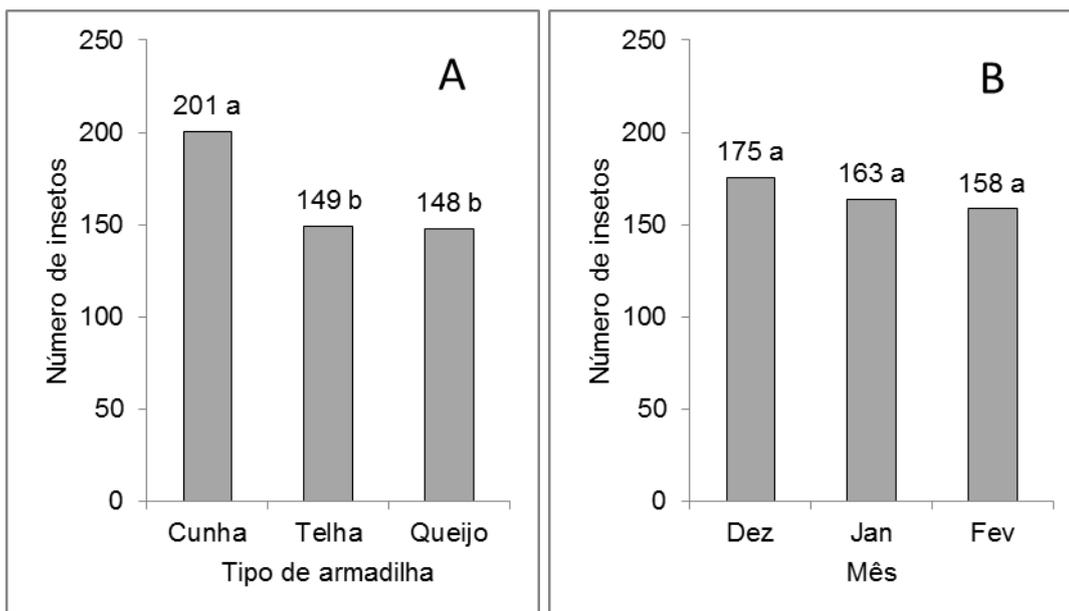
**Tabela 4.** Correlação de Spearman entre variáveis climáticas e o número de insetos capturados em cada tipo de armadilha.

Variáveis climáticas	Tipo de armadilha		
	“Cunha”	“Queijo”	“Telha” modificada
Temperatura mínima (°C)	0,54 <sup>+</sup>	0,80 <sup>**</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>
Temperatura média (°C)	0,12 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>
Temperatura máxima (°C)	-0,34 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>
Precipitação pluviométrica (mm)	-0,14 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Umidade relativa média (%)	0,07 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>+</sup>	0,03 <sup>ns</sup>

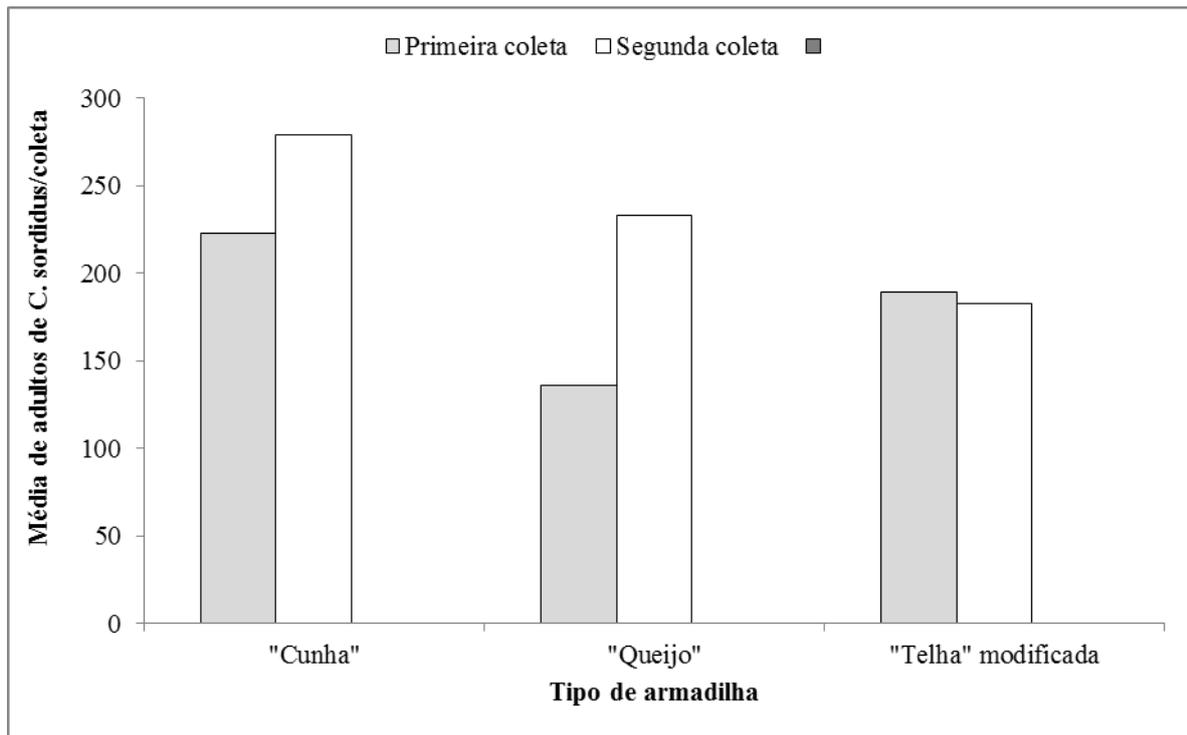
<sup>\*\*</sup> e <sup>+</sup> significativo a 1 e 10% de significância, respectivamente, pelo teste t. <sup>ns</sup>não significativo a 5% de significância.



**Figura 1** Tipos de armadilhas atrativas utilizadas para captura de *Cosmopolites sordidus*. Tipo “queijo” (A), tipo “telha” (B) modificada, tipo “cunha” (C).



**Figura 2.** Número médio de adultos de *Cosmopolites sordidus* capturados em função do tipo de armadilha (A) e do mês de coleta (B), médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.



**Figura 3.** Média de adultos de *Cosmopolites sordidus* em cada coleta por tipo de armadilha.

**ARTIGO 2**

**SUBMETIDO AO COMITÊ EDITORIAL DO PERIÓDICO CIENTÍFICO  
CIÊNCIA RURAL**

**Novo método para avaliação de danos da broca-do-rizoma da bananeira  
por meio de tratamento de imagem digital**

**A new method for evaluation of damage caused by larvae of banana weevil by  
treatment of digital image**

**Juliana Silva Queiroz<sup>1</sup>, Marilene Fancelli<sup>2</sup>, Carlos Alberto da Silva Ledo<sup>II</sup> e**

**Neilon Duarte da Silva<sup>I</sup>**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi propor e avaliar um novo método para determinar os danos causados por larvas de *Cosmopolites sordidus* em plátanos, por meio da utilização de tratamento de imagem digital (*Image J*<sup>®</sup>). Os resultados obtidos pelo programa foram comparados ao método tradicionalmente usado (Método de Mesquita). Os dados médios foram submetidos ao teste *t* de *Student* (5%), não havendo diferença significativa entre os métodos. Conclui-se que o programa *Image J*<sup>®</sup> pode ser utilizado como ferramenta para quantificar os danos das larvas de *C. sordidus* por meio de fotografia digital, otimizando o processo de monitoramento da praga, garantindo imparcialidade e precisão aos resultados.

**Palavras-chave:** *Cosmopolites sordidus*; banana-da-terra; galerias; *Image J*<sup>®</sup>

**ABSTRACT**

The objective of this study was to propose and evaluate a new method to determine the damage caused by *Cosmopolites sordidus* in plantain, by using software for processing digital image (*Image J*<sup>®</sup>). The results of the program *Image J*<sup>®</sup> were

---

<sup>I</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA, Brasil.

<sup>II\*</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: marilene.fancelli@embrapa.br. Autor para correspondência.

compared to the traditionally used method (Method of Mesquita). The mean values were compared by the *Student t* test at 5% probability, with no significant difference. It is concluded that the *Image J*<sup>®</sup> software can be used as a tool to quantify the damage of the larvae of *C. sordidus* in rhizomes through digital photography, optimizing pest monitoring process, ensuring fairness and accuracy in the results.

**Key words:** *Cosmopolites sordidus*; plantain; galleries; *Image J*<sup>®</sup>

## INTRODUÇÃO

*Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) é uma importante praga de plantas do gênero *Musa* spp. Sua importância econômica se deve essencialmente ao estado larval do inseto, que se alimenta do rizoma abrindo galerias, provocando a interrupção da passagem da seiva, afetando o desenvolvimento das plantas e a produção, provocando perdas que podem chegar a 100% (GOLD et al., 2004; RUKAZAMBUGA et al., 2002).

O monitoramento populacional da praga é realizado por meio da coleta de insetos capturados em armadilhas feitas com rizomas ou pseudocaule de plantas colhidas. Entretanto, essa captura de insetos pode ser influenciada por fatores ambientais (GOLD et al., 2001; VILARDEBÓ, 1973), com isso faz-se necessária a avaliação do dano nas plantas como complementação ao monitoramento da praga, uma vez que a estimativa da população de adultos no campo com uso somente de armadilhas vegetais não fornecem informações sobre a suscetibilidade das diferentes cultivares de bananeira à broca.

Diferentes métodos para avaliar os danos devido à infestação da broca-do-rizoma foram propostos por vários autores, entre eles Abera et al. (1999), Mesquita

(1985), Taylor (1991) e Vilardebó (1973), os quais, em sua maioria, estimam visualmente a porcentagem dos tecidos danificados e galerias no rizoma. Por não haver um protocolo padronizado, a avaliação dos danos tende a produzir resultados subjetivos, impossibilitando ou dificultando comparações entre os trabalhos encontrados na literatura.

O uso de imagens digitais para processamento em programas específicos é amplamente utilizada, principalmente para estimar a área foliar (ADAMI et al., 2008; EMBRAPA, 2015; SIGMAPLOT, 2016). Nestes métodos, a obtenção de imagens por meio de câmeras digitais possibilita que as mesmas possam ser arquivadas e processadas no momento adequado da pesquisa. Contudo existe a dificuldade de obtenção dos programas que em sua grande maioria são de custo elevado (RAMOS et al., 2015).

O *Image J*<sup>®</sup> é um programa de domínio público desenvolvido pelo National Institute of Health, NIH, Estados Unidos, dessa forma possui seu código aberto, possibilitando que a comunidade de usuários desenvolva complementos e modificações de acordo com suas necessidades. A partir de uma imagem digital, pode-se realizar o tratamento da mesma, que consiste em evidenciar as regiões de interesse, de maneira que o programa possa realizar a análise (IMAGE J, 2015).

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e propor um novo método para determinar os danos causados por larvas de *C. sordidus* em plátanos, por meio da utilização de tratamento de imagem digital. Espera-se, com este método, a minimização de erros e a correção de discrepâncias porventura relacionadas à avaliação visual dos danos, eliminando-se a subjetividade que envolve os métodos atualmente utilizados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um plantio comercial de plátano cultivar Terra, localizado no município de Presidente Tancredo Neves, Bahia (coordenadas 13°21' 049" de latitude Sul e 39°17' 852" de longitude oeste, com altitude aproximada de 122 metros).

A avaliação dos danos foi realizada em sessenta plantas recém-colhidas, selecionadas aleatoriamente na área. Foram feitas duas avaliações, sendo a primeira em janeiro e a segunda em março de 2015, com intervalo de setenta e um dias entre elas.

Para obtenção das imagens dos danos nas plantas selecionadas, foi feita, inicialmente, uma limpeza próxima ao pseudocaule da planta realizada com o auxílio de uma enxada. Em seguida, com auxílio de um facão, foi feito um corte lateral numa profundidade de aproximadamente 30 cm da superfície do solo até expor parte do rizoma (Figura 1 A).

A superfície exposta do rizoma foi então fotografada com uma câmera de oito *megapixels* a uma altura de aproximadamente um metro do solo, sob luz natural (Figura 1 B). Após a obtenção das imagens, elas foram pré-tratadas individualmente, utilizando o programa *Microsoft Paint*<sup>®</sup>, para delimitação da área referente ao rizoma danificado (Figura 1 C), pois a presença de outros “elementos” (folhas, restos vegetais, etc) na imagem dificultaria o processamento.

Uma vez recortadas as imagens, realizou-se o tratamento propriamente dito pelo uso do programa *Image J*<sup>®</sup>. O ajuste e seleção de partículas de interesse na

imagem foram feitos pelo uso das ferramentas *Hue* (Matiz), *Saturation* (Saturação) e *Brightness* (Contraste). A aplicação dos filtros de imagem convertem as imagens de cor natural (RGB) em tons escuros (8 bits) e auxiliar na identificação das áreas atacadas, uma vez que, em contraste, os danos no rizoma são acentuados e sinalizados em tons escuros (Figura1 D e E).

Identificadas as áreas de interesse, procedeu-se à seleção das áreas por meio da ferramenta *Wand*. Após a seleção, o programa mensurou a quantidade de *pixels* da área selecionada e compilou essas informações em um arquivo de formato xls.

As tabelas com a quantidade de *pixels* selecionada foram submetidas à equação (1) a seguir, obtendo-se assim a porcentagem de dano (*P%*).

$$P\% = \frac{N_{pixelsA} * 100}{N_{pixelsS} + N_{pixelsA}} \quad (1)$$

*P%* - Porcentagem de dano

*NpixelsS* – Número de pixels da parte sadia

*NpixelsA* – Número de pixels da parte danificada

A conversão em tons escuros (Figura 1 E) facilita a seleção das áreas afetadas pela broca-do-rizoma. Assim, o programa contabiliza em *pixels* as regiões em tons escuros associadas à leitura como área danificada e as regiões em tons claros como sadias. Posteriormente, esses dados são salvos em planilha do *Microsoft Excel*<sup>®</sup>. O número de *pixels* atribuídos para as regiões danificadas e sadias

é posteriormente utilizado na equação (1), resultando na porcentagem de danos causados pela broca-do-rizoma.

Os dados médios de porcentagem dos danos causados por larvas de *C. sordidus* obtidos pelo método de tratamento de imagem digital *Image J*<sup>®</sup> foram comparados ao método tradicionalmente utilizado, método de Mesquita. Para atribuição de notas pelo método de Mesquita, usualmente, realiza-se a avaliação visual do rizoma no momento do corte do mesmo, em campo. Visando reduzir os erros, as leituras são efetuadas por três avaliadores, que atribuem suas notas independentemente (MESQUITA, 1985).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar. Os dados médios da porcentagem de danos para cada método foram submetidos ao teste *t* de *Student* a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os dados obtidos pelo método proposta (*Image J*<sup>®</sup>) para a primeira avaliação, os valores mínimo e máximo para porcentagem de danos foram de 0% e 45%, respectivamente (Tabela 1). Já para o método de Mesquita, a porcentagem de danos variou de 0 a 36%. Na segunda avaliação, os danos variaram de 2 a 77% para o *Image J*<sup>®</sup> e de 0 a 72% para o método de Mesquita.

Não houve diferença significativa entre os métodos avaliados quanto à porcentagem de danos causados por larvas de *C. sordidus* em ambas as avaliações (Tabela 2). Os valores médios obtidos para a porcentagem de danos foram de 16,04 e 13,23 pelos métodos de *Image J*<sup>®</sup> e Mesquita na primeira avaliação. Na segunda

avaliação, os valores médios foram de 25,16% e 18,91% para os métodos de *Image J*<sup>®</sup> e Mesquita, respectivamente.

Os resultados obtidos pelo programa de tratamento de imagem *Image J*<sup>®</sup> apresentaram respostas precisas. O método proposto nesse estudo pode ser aplicável a trabalhos que envolvam a necessidade de avaliação de danos causados por larvas de *C. sordidus* em estudos de resistência de plantas de bananeiras ao inseto.

Além de não diferir do método de Mesquita (Tabela 2), o método proposto apresenta ainda a vantagem de possibilitar a manipulação e processamento das imagens em laboratório, arquivamento das mesmas após sua obtenção, e principalmente por agilizar a tomada de decisão para controle da praga (TAVARES et al., 2002).

Esse método de avaliação do dano através de imagem digital traz ainda a vantagem de ser mensurado por apenas um avaliador, facilitando a obtenção dos resultados diminuindo os custos de avaliação, diferindo do Método de Mesquita, que, para assegurar a precisão são necessários, no mínimo, três avaliadores.

Com o avanço tecnológico, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos que envolvam técnicas de digitalização de imagens permitindo a obtenção de resultados precisos para qualquer espécie vegetal de forma rápida e eficiente (CRESTANA et al., 1994).

Os resultados obtidos através da comparação dos dois métodos pontuou o software de tratamento de imagem por apresentar imparcialidades e precisão nos resultados. As técnicas descritas nesse estudo podem servir de base futura para

desenvolvimento de aplicativos de celular, facilitando os trabalhos de monitoramento da broca-do-rizoma da bananeira.

## CONCLUSÃO

O método proposto, com base no tratamento de imagem digital pode ser utilizado como ferramenta para determinar os danos causados por larvas da broca-do-rizoma de forma precisa e imparcial, otimizando o processo de monitoramento da praga.

## AGRADECIMENTO

À FAPESB Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ABERA, A.M.K.; GOLD, C. S.; KYAMANYWA, S. Timing and distribution of attack by the banana weevil (Coleoptera: Curculionidae) in East African highland banana (*Musa* spp.). **Florida Entomologist**, p. 631-641, 1999. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3496480>>. Acesso em 12 de novembro de 2015. doi: 10.2307/3496480.

ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v.67, p.1053-1058, 2008.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISCH, R.; TOZZI, C.L.; TORRENETO, A.; VAZ, C.M.P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, n.3, p.365-371, 1994.

EMBRAPA. Laboratório de Imagens. Embrapa Instrumentação Agropecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://labimagem.cnpdia.embrapa.br>> Acesso em: 25 de novembro de 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

GOLD, C.S.; PENA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v.6, n.2, p.79-155, 2001.

GOLD, C.S.; KAGEZI, G.H.; NIGHT, G.; RAGAMA, P.E. The effects of banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, damage on highland banana growth, yield and stand duration in Uganda. **Annals of Applied Biology**, v.145, n.3, p.263-269, 2004. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00382.x/abstract>> Acesso em 12 de novembro de 2015.

IMAGEJ – Introduction, disponível em: <<http://rsbweb.nih.gov/ij/>> Acesso em 21 de novembro de 2015.

MESQUITA, A.L.M. Avaliação do ataque do *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Col.: Curculionidae) em rizoma de bananeira. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1985. 2p. (EMBRAPA-CNPMPF. Pesquisa em Andamento, 21).

RAMOS, F.T.; FERREIRA, L.S.; PIVETTA, F.; MAIA, J.C. de S. Área do limbo foliar de diferentes plantas estimada por medidas lineares e matéria seca, calibradas com o software IMAGEJ. **Interciencia**, v. 40, n. 8, p. 570, 2015. Disponível em: <<http://search.proquest.com/openview/bb883f7acd98190c05e16e3c36c2fc5e/1?pq-origsite=gscholar>> Acesso em 20 de nov.2015.

RUKAZAMBUGA, N.D.T. M; GOLD, C.S.; RAGAMA, P. The influence of crop management on banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) populations and yield of highland cooking banana (cv. Atwalira) in Uganda. **Bulletin of Entomological research**, v.92, n.05, p. 13-421, 2002.

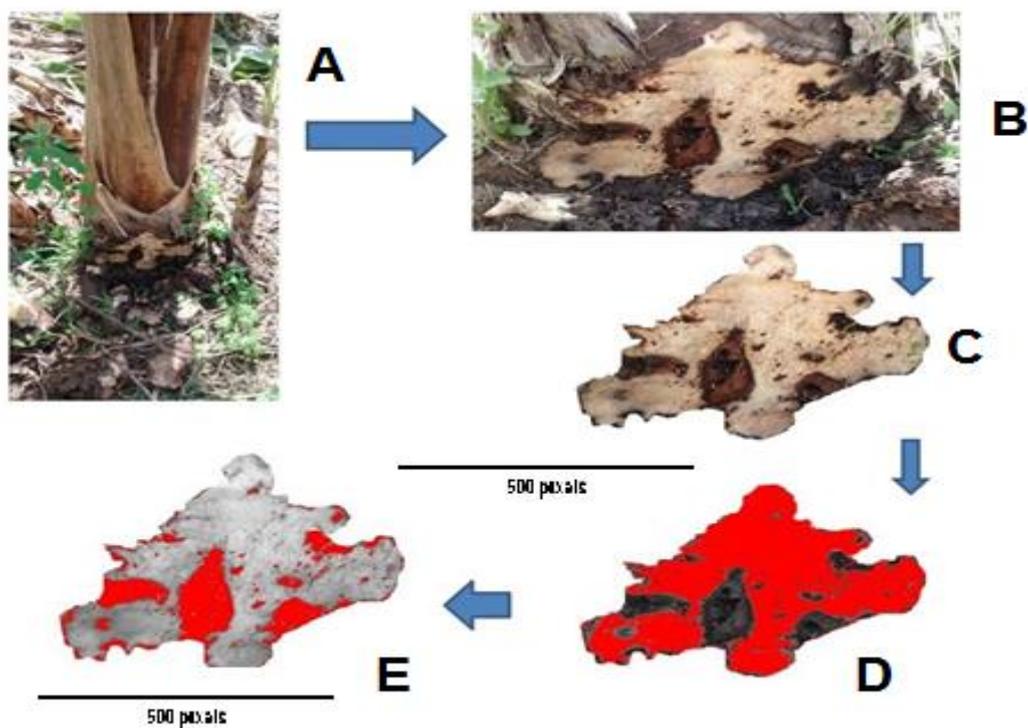
SIGMAPLOT Exact Graphs And Data Analysis. Vers. 12.5. Disponível em <[www.sigmaplot.com/](http://www.sigmaplot.com/)> Acesso em 26 de março de 2016.

TAVARES JUNIOR, J.E.; FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A.H.N.; FAZOULI, L.C.; BERNARDES, M.S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, v.61, n.2, p.199-203, 2002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Marcos\\_Bernardes/publication/26342482](https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Bernardes/publication/26342482)> Acesso em 23 de maio 2015.

TAYLOR, B. Research field work on upland banana, *Musa* spp., principally acuminate triploid AAA types in the Kagera region of Tanzania. With observations on growth and causes of decline in crop yield. **Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, v.85, p.349-392, 1991. Disponível

em:<<http://www.cabdirect.org/abstracts/19940301230.html>> Acesso em 18 de abril 2015.

VILARDEBÓ, A. Le coefficient d'infestation, critère d'évaluation du degré d'attaques des bananeraies par *Cosmopolites sordidus* Germ. le charançon noir du bananier. **Fruits**, v.26, n.6, p.417-426, 1973. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302219107>> Acesso em 16 de set 2015.



**Figura 1** Esquema de tratamento das imagens para análise dos danos causados por larvas da broca-do-rizoma. Limpeza e exposição do rizoma (A). Imagem original (B). Imagem recortada no *Microsoft Paint*<sup>®</sup> (C). Imagem submetida ao programa *Image J*<sup>®</sup> evidenciando as áreas sadias das áreas atacadas pela broca (D). Imagem pronta para análise (danos na cor vermelha) (E) (Presidente Tancredo Neves, 2015)

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas para os dados de porcentagem dos danos causados por larvas de *Cosmopolites sordidus* avaliados pelo método de tratamento digital de imagem (*Image J*<sup>®</sup>) e o método de Mesquita (com três avaliadores) em duas avaliações.

Estatísticas	Porcentagem de danos (%)			
	Avaliação 1		Avaliação 2	
	<i>Image J</i> <sup>®</sup>	Método Mesquita	<i>Image J</i> <sup>®</sup>	Método Mesquita
N	30	30	30	30
Mínimo	0,000	0,000	2,230	0,000
Máximo	45,060	36,333	76,670	71,667
Média	16,037	13,233	25,157	18,911
Desvio Padrão	11,611	10,560	20,996	16,365
CV (%)	72,404	79,797	83,461	86,536

**Tabela 2.** Valores médios e erro padrão da média dos dados de porcentagem dos danos causados por larvas de *Cosmopolites sordidus* avaliados pelo método de tratamento digital de imagem (*Image J*<sup>®</sup>) e o método de Mesquita (com três avaliadores) em duas avaliações.

<b>Método</b>	<b>Avaliação 1</b>	<b>Avaliação 2</b>
<i>Image J</i> <sup>®</sup>	16,04 ± 2,12 a	25,16 ± 3,83 a
Método Mesquita	13,23 ± 1,93 a	18,91 ± 2,99 a
P(t> tc )	0,332	0,204

Médias seguidas pelas mesmas letras em cada avaliação não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de *Student* a 5% de probabilidade.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou a obtenção de resultados com grande potencial de adoção. A armadilha tipo “cunha” apresenta aplicabilidade imediata, podendo ser apropriada ao sistema de produção de plátanos. O método proposto para avaliação de danos também tem aplicabilidade imediata a estudos que envolvam comparação de genótipos quanto à resistência à *Cosmopolites sordidus*, avaliação da eficiência de manejos da cultura sobre a infestação do inseto e interações com fatores abióticos.

A armadilha tipo “cunha” pode ser utilizada como método de amostragem visando monitorar a densidade populacional dos insetos, como também pode ser aplicada como estratégia de controle da praga em plátanos na região do Baixo Sul da Bahia. Devido à sua maior eficiência, ajustes quanto à extensão do uso em outras cultivares e em outras áreas de produção são necessários. Sua maior eficiência permite que seja amplamente utilizada pelos produtores de plátanos. A disponibilidade de mão-de-obra familiar para a atividade de coleta favorece-a como medida unilateral de controle do inseto. Entretanto, é compatível com outros métodos de controle, respeitando-se os princípios do Manejo Integrado de Pragas.

O método para avaliação de danos apresenta a vantagem de possibilitar o arquivamento das imagens, o que facilita a elaboração de relatórios de auditoria exigidos por órgãos de avaliação da conformidade, assim como favorece o processo de rastreabilidade atualmente almejado pelos compradores e consumidores da fruta. Adicionalmente, apresenta potencial para aplicação prática em campo com o aprimoramento da técnica mediante desenvolvimento de aplicativos para aparelhos celulares.

Espera-se que as estratégias propostas contribuam para a sustentabilidade do cultivo de plátanos na região do Baixo Sul da Bahia por meio do fortalecimento de aspectos associados à defesa agropecuária.