DIEGO TOLENTINO DE LIMA

UNIDADE AMOSTRAL E FATORES QUE AFETAM O ATAQUE DA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba

L732u

Lima, Diego Tolentino, 1989-
Unidade amostral e fatores que afetam o ataque da broca do fruto do abacateiro / Diego Tolentino Lima. – Rio Paranaíba, MG, 2014.
64 f.; 29cm.

Orientador: Dr. Sc. Ézio Marques da Silva
Co-orientador: Dr. Sc. Flávio Lemes Fernandes; Dr. Sc. Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

1. *Stenoma catenifer*. 2. Amostragem. 3. Flutuação Populacional.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 634.653

Crislene Silva de Souza
CRB6-2539

DIEGO TOLENTINO DE LIMA

UNIDADE AMOSTRAL E FATORES QUE AFETAM O ATAQUE DA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de fevereiro de 2014.

Prof. Flávio Lemes Fernandes
(Coorientador)

Prof. Vinícius Albano Araújo

Prof. Ézio Marques da Silva
(Orientador)

Aos meus pais, Salvador Cândido de Lima e Divina de Fátima Tolentino Lima, pelo apoio a incentivo.

Aos meus irmãos Diuleígor Tolentino de Lima e Djulie Hellen Tolentino de Lima, pelo convívio e amizade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por poder estar aqui.

À Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo aporte financeiro do projeto.

Ao Orientador Professor Ézio Marques da Silva, pela paciência, valiosos conhecimentos, dedicações, críticas, conselhos e amizade.

Aos colegas que me ajudaram bastante para a realização deste trabalho, Natália, Luan, Josimar, Lucas Caetano, Jéssica e principalmente ao Diarly que esteve presente desde o início até a conclusão do trabalho.

Aos professores do programa pelos conhecimentos e dedicação cedidos durante o curso. Em especial aos professores Flávio Lemes Fernandes, pela coorientação e participação na banca, Carlos Eduardo Magalhães dos Santos pela coorientação e Vinicius Albano Araújo pela participação na banca.

Aos amigos colegas de república, Lucas Machado, Rafael Pereira, Felipe e Pedro pela amizade, momentos de descontração e troca de ideias.

À minha namorada Daniela Carneiro, que é muito importante pelo companheirismo, apoio, atenção e conselhos.

Em especial ao Grupo Tsuge, na pessoa de Paulo Katsuo Tsuge, Naohito Tsuge e Masahito Tsuge por permitir a realização dos trabalhos nas lavouras de abacate e dado total apoio, e também aos funcionários da fazenda Emílio, Ricardo e Lucas Machado pela atenção e disponibilidade.

A professora Cidália Gabriela Santos Marinho da Universidade Federal de São João del-Rei *Campus* de Sete Lagoas pela identificação das espécies de formigas e ao senhor Ayr de Moura Bello do museu do Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro pela identificação das espécies de coleópteros. À Daniela de Cassia Bená pela identificação dos coleópteros da família Nitidulidae e ao professor Adalberto José dos Santos do

Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pela identificação das espécies de aranhas.

A todos os colegas do programa, principalmente ao Rafael Fernandes, grande amigo desde a época da graduação. E aos demais amigos que sempre me apoiaram e incentivaram e a todos as demais pessoas que de maneira direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu trabalho.

BIOGRAFIA

Diego Tolentino de Lima, filho de Salvador Cândido de Lima e Divina de Fátima Tolentino Lima, nasceu no dia 10 de janeiro de 1989, em Patos de Minas, MG.

Em setembro de 2007 iniciou sua graduação na primeira turma do curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa - *Campu*s de Rio Paranaíba onde se graduou Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2012.

Durante o período de graduação trabalhou na área de melhoramento do maracujazeiro com o Prof. Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, sendo bolsista de iniciação científica do PROBIC/FAPEMIG durante dois anos.

Em março de 2012 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal na Universidade Federal de Viçosa - *Campu*s de Rio Paranaíba, quando começou a trabalhoar com Manejo Integrado de Pragas, sob orientação do Prof. Ézio Marques da Silva defendendo dissertação no dia 18 de fevereiro de 2014.

ÍNDICE

RESUMO ix
ABSTRACT xi
INTRODUÇÃO GERAL 1
LITERATURA CITADA 4

CAPÍTULO I: UNIDADE AMOSTRAL PARA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO 6
RESUMO 6
ABSTRACT 7
1.1. INTRODUÇÃO 8
1.2. MATERIAL E MÉTODOS 10
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 12
1.4. LITERATURA CITADA 22

CAPÍTULO II: FATORES QUE AFETAM O ATAQUE DA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO 24
RESUMO 24
ABSTRACT 25
2.1. INTRODUÇÃO 26
2.2. MATERIAL E MÉTODOS 28
2.2.1. Flutuação Populacional de *S. caternifer* e Perdas de Produção 28
2.2.2. Dados Climáticos 29
2.2.3. Levantamento da Fauna de Artrópodes 29
2.2.4. Análise Nutricional e Desenvolvimento dos Frutos 29
2.2.6. Análise de Dados 31
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 32
2.3.1. Flutuação Populacional de *S. caternifer* e Perdas de Produção 32
2.3.2. Levantamento da Fauna de Artrópodes 38
2.3.3. Análise Nutricional e Desenvolvimento dos Frutos 42
2.4. LITERATURA CITADA 49

CONCLUSÕES 54

RESUMO

LIMA, Diego Tolentino de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba, fevereiro de 2014. **Unidade amostral e fatores que afetam o ataque da broca do fruto do abacateiro**. Orientador: Ézio Marques da Silva. Coorientadores: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos e Flávio Lemes Fernandes.

Os objetivos do trabalho foram determinar a melhor unidade para a amostragem da porcentagem de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*; e estudar a influência dos fatores ambientais, planta e inimigos naturais no seu ataque ao abacateiro. O estudo foi realizado em três lavouras de abacate: 62, 73, 156 plantas ha^{-1} entre março de 2012 a outubro de 2013. Nesse período foi monitorado o número de furos nos frutos, porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* em relação a nascente, poente e ao longo do dossel das plantas (ápice, meio e base), dados climáticos, produtividade, fauna de artrópodes, teor de nutrientes, massa e diâmetro dos frutos. Os locais mais representativos para a amostragem da porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* é na região do meio da copa voltada para o poente para densidades de plantio de 62 plantas ha^{-1}, e no nascente ou poente no ápice para densidades de plantio de 156 plantas ha^{-1}. Observou-se uma sazonalidade na produção do abacateiro entre as safras, que ocorreu na lavoura com maior densidade de plantas e uma produtividade na safra anterior de 47,91 t ha^{-1}. O controle cultural, exercido pela densidade de plantas e o consórcio com outras fruteiras, reduziu o ataque de *S. catenifer*. Os picos populacionais de *S. catenifer* ocorreram em períodos de temperatura mais elevada e após um período de estiagem. As varaiações de temperatura (máxima, média e mínima) e a radiação solar apresentaram uma relação positiva com a flutuação populacional de *S. catenifer* e a umidade relativa do ar uma relação negativa. Os teores de nitrogênio, cálcio, magnésio e cobre apresentaram uma relação positiva com o ataque de *S. catenifer*. Entre os artrópodes presentes no solo das lavouras de abacate, a aranha *Trochosa gulosa* e uma outra espécie da família Nesticidae apresentaram relação positiva com o ataque de *S. catenifer*. Formigas, de modo geral, têm relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*, especialmente *Pachycondyla* sp.1. As espécies de

coleópteros *Carpelimus* sp.1, *Dichotomius bicuspis*, *Litocharodes* sp.1, *Loxandrus* sp.2 e *Selenophorus poeciloides* apresentaram relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*. O controle químico afetou a densidade populacional de *S. catenifer* entre as duas safras acompanhadas.

ABSTRACT

LIMA, Diego Tolentino de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa - *Campus* de Rio Paranaíba, fevereiro de 2014. **Sample unit and factors affecting the attack of fruit borer of avocado**. Adviser: Ézio Marques da Silva. Co-advisers: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos e Flávio Lemes Fernandes.

The objective of this work was to determine the best unit for sampling the percentage of bored fruits by *Stenoma catenifer* and to study the influence of environmental factors, plant, natural enemies in the attack of this pest in avocado. The study was conducted in three avocado crops: 62, 73, 156 plants ha^{-1} from March 2012 to October 2013. During this period evaluated the number of holes in the fruit, percentage of bored fruits at east and west and the position in the plant canopy (apex, middle and base) and were monitored the climatic data, population fluctuation of damaged fruits by *S. catenifer*, productivity and losses by *S. catenifer*, arthropod fauna, nutrient content and fruit development. The most representative sites for sampling percentage of bored frits by *S. catenifer* are: the west and in the middle of the canopy region to lower planting densities, and in the east or west on the apex of the canopy region to higher planting densities. It was found there is seasonal production in avocado crop between consecutive harvests, and it is greater with increased planting density. The cultural control (plant density and intercropping with other fruit) reduces the damage of *S. catenifer*. Population peaks of *S. catenifer* are more frequent when there is an increase in temperature and previous periods of drought. Since the maximum, mean and minimum temperatures and solar radiation has positive relationship with population fluctuation of *S. catenifer* and the relative humidity has negative relationship. The nutrient content of nitrogen, calcium, magnesium and copper have a positive effect on the damage of *S. catenifer*. The spider *Trochosa greedy* and the other species of family Nesticidae has positive relationship with the damage of *S. catenifer*. Ants in general can have negative relationship with the number of damaged fruits by *S. catenifer*, especially *Pachycondyla* sp.1. Beetles have negative relationship with the number of damaged fruits by *S. catenifer*. Chemical control has influence in reducing the population of *S. catenifer* compared two seasons, one with lower and one with higher number of insecticide applications.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção de 39 milhões de toneladas ao ano, em área de 2,43 milhões de hectares, precedido por China em primeiro e Índia em segundo (FAO, 2012). Dentre as frutas que merecem destaque no mercado nacional, encontra-se o abacate com grande potencialidade de crescimento, pois se adapta a várias regiões com diferentes tipos de climas e solos (Koller, 2002).

O abacateiro é originário do México e América Central, pertence à família Lauraceae, gênero *Persea*. Apresenta três raças comerciais: a Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Antilhana (*P. americana* var. *americana*) e Guatemalteca (*P. nubigena* var. *guatemalensis*). Essa classificação é atualmente bem aceita, embora todos também possam se referir ao abacateiro apenas como *P. americana* Mill. Cultivares de abacate são, em geral, híbridos entre as espécies ou raças mexicana, antilhana e guatemalteca (Maranca, 1986).

Essa fruta subtropical apresenta valor nutritivo atrativo, com apreciáveis qualidades nutricionais, sendo rico em lipídios insaturados, vitaminas e fibras, que possibilita o aumento de seu consumo (Daiuto & Vieites, 2008; Daiuto et al., 2010). Com quantidade variável de óleo na polpa, é grandemente utilizado na indústria farmacêutica e de cosméticos, e na obtenção de óleos comerciais substitutivos do óleo de oliva (Francisco & Baptistella, 2005).

O abacate é cultivado em países de regiões tropicais e subtropicais, particularmente no México, América Central, partes da América do Sul, Índias Ocidentais, África do Sul, Israel, Havaí, Taiti, Argélia, Austrália, EUA e no Brasil, onde é cultivado em quase todos os Estados do país (Teixeira, 1991; Tango et al., 2004). É

uma atividade importante no Brasil, nas últimas décadas a seleção de cultivares tardias, permitiu a oferta de frutos no mercado durante períodos de escassez do produto, propiciando maiores retornos econômicos aos produtores (Hohmann et al., 2000).

O maior produtor de abacate é o México com 1,3 milhões de toneladas e o Brasil ocupa o nono lugar, com produção de 160 mil toneladas produzidas em 2012 (FAO, 2012). Minas Gerais em 2012 foi responsável pela produção de 37 mil toneladas (IBGE, 2012). Estima-se que as condições climáticas e edáficas em nosso país permitam aumentar a produção, que poderia ser absorvida pelo mercado interno, além de exportar para os países membros do Mercosul, mercados europeus e japonês. No entanto, apesar de suas apreciáveis características alimentícias, industriais e comerciais nos últimos anos a produção vem enfrentando uma série de problemas, entre quais os fitossanitários (Nava et al., 2004). Por exemplo, países como os EUA, proíbem as importações de abacate das regiões produtoras onde ocorre a broca do fruto *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), caso do Brasil, onde esta praga causa sérios prejuízos sendo considerada a principal praga do abacateiro.

A broca do fruto *S. catenifer* é nativa da região Neotropical, relatada na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, México, Panamá, Peru e Venezuela (Martínez & Godoy, 1984; Koller, 2002; Hoddle & Hoddle, 2008). No Brasil, sua ocorrência foi relatada nas principais regiões produtoras do Espírito Santo, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Hohmann et al., 2003; Nava et al., 2005a, 2005b, 2005c).

As principais perdas econômicas são causadas pelas larvas nos frutos, que depreciam o fruto externamente e internamente, além de promover a queda prematura destes. Perdas de produção da ordem de 60 e 80 foram registradas no Brasil e na Venezuela, respectivamente (Martínez & Godoy, 1982; Nava et al., 2005c). Além dos frutos, as larvas de *S. catenifer* podem broquear ramos jovens, em altas infestações podem broquear o caule de plantas jovens de abacateiro levando a sua morte (Wolfenbarger & Colburn 1979; Peredo et al., 1999).

Entre os fatores que contribuem para o aumento da incidência de *S. catenifer* está o desenvolvimento de cultivares com produção na entre-safra, fazendo com que haja frutos disponíveis para a praga durante todos os meses do ano. Por outro lado, o abacateiro também pode ser atacado e sofrer danos severos por outras pragas, como pulgões, tripes, cochonilhas, lagartas-dos-ramos, formigas cortadeiras, ácaros e coleobrocas que são controladas por agroquímicos de largo espectro, levando a

desequilíbrios biológicos e criando condições para o surgimento de grandes populações de *S. catenifer* pela morte dos seus inimigos naturais (Andrade, 2000).

O controle tem sido realizado principalmente com inseticidas. Contudo, contribuem para a baixa eficiência de controle a falta de informação sobre a bioecologia da praga, técnicas de amostragem e manejo adequado do pomar (Nava et al., 2005c). O que acaba acarretando o uso indiscriminado de inseticidas. Soma-se ainda o fato de que *S. catenifer* deposita seus ovos diretamente sobre os frutos, de modo que as estratégias de controle devem ser aplicadas durante curto intervalo de tempo para ter eficiência, isto é, a partir da eclosão até a penetração das larvas de primeiro ínstar nos frutos (Hohmann et al., 2003). A situação que reporta a necessidade de estudos sobre a praga para estabelecimento de um manejo adequado de *S. catenifer* na cultura do abacateiro.

Assim, neste trabalho objetivou-se determinar a melhor unidade para a amostragem da porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer*; e estudar a influência dos fatores ambientais, planta e inimigo natural no ataque desta praga em abacateiro.

LITERATURA CITADA

ANDRADE, J.S. Bioecologia de ***Trichogramma pretiosum*** **(Hym: Trichogrammatidae) e** ***Trichogramma acacioi*** **(Hym: Trichogrammatidae), parasitóides de ovos do desfolhador do abacateiro** ***Nipteria panacea*** **(Lep: Geometridae), em dois hospedeiros alternativos**. Viçosa, 2000. 53p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L. Atividade da peroxidase e polifenoloxidase em abacate da variedade Hass, submetidos ao tratamento térmico. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.9, p.106-112, 2008.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; VILEIGAS, D.F. Estabilidade físico-química de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, v.21, p. 99-107, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Production: crops. 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org<. Acesso em: 25 fev. 2014.

FRANCISCO, V.L.F. S.; BAPTISTELLA, C. da S.L. Cultura do abacate no Estado de São Paulo. **Informações econômicas**, v.35, p.27-41, 2005.

HODDLE, M.S.; HODDLE, C.D. Bioecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and associated larval parasitoids reared from Hass avocados in Guatemala. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.692-698, 2008.

HOHMANN, C. L.; SANTOS, W. J.; MENEGUIM, A. M. Avaliação de técnicas de manejo para o controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Oecophoridae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.359-363, 2000.

HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M.; ANDRADE, E.A.; NOVAES, T.C.; ZANDONÁ, C. The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.432-435, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Tabela 1613 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11<. Acesso em: 25 fev. 2014.

KOLLER, O.C. **Abacate: Produção de mudas, instalação, manejo de pomares, colheita e pós-colheita**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 154p.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 138 p.

MARTÍNEZ, N.B.; GODOY, F.J. *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasito del taladrador del agaucate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomatidae) en Venezuela. **Agronomia Tropical**, v.32, p.205-208, 1982.

MARTÍNEZ, N.B.; GODOY, F.J. Observaciones preliminares sobre la biologia de *Stenoma Catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill). **Agronomia Tropical**, v.34, p.205-200, 1984.

NAVA, D.E.; HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenoma catenifer* e comprovação do modelo em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.961-967, 2005a.

NAVA, D.E.; NEVES, A.D.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; GONÇALVES, J.C.; PARRA, J.R.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Deuterollyta majuscula* (Lep.: Pyralidae) em abacateiro (*Persea americana* MILL.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.234-236, 2004.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; COSTA, V.A.; GUERRA, T.M.; CÔNSOLI, F.L. Population dynamics of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and related larval parasitoids in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v.88, p.441-446. 2005b.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; BENTO, J.M.S. Oviposition Behavior of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): Chemical and Physical Stimuli and Diel Pattern of Egg Laying. **Annals of the Entomological Society of America**, v.98, p.409-414, 2005c.

PEREDO, L.C.; LYAL, C.H.C.; BROWN, V.K. The stenomatine moth, *Stenoma catenifer* Walsingham: a pre-dispersal seed predator of Greenheart (*Chlorocardium rodiei* [Schomb.] Rohwer. Richter and van de Werff) in Guyana. **Journal of Natural History**, v.33, p.531542, 1999.

TANGO, J.S.; CARVALHO, C.R.L.; SOARES, N.B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.17-23, 2004.

TEIXEIRA, C.G. **Abacate: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1991, 250p.

WOLFENBARGER, D.O.; COLBURN, B. The *Stenoma catenifer*, a serious avocado pest. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.92, p.275, 1979.

CAPÍTULO I: UNIDADE AMOSTRAL PARA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO

RESUMO - O objetivo do trabalho foi determinar a melhor unidade para a amostragem da porcentagem de frutos broqueados por *Stenoma catenifer* em abacateiro. O estudo foi realizado em três lavouras de abacate: 62, 73, 156 plantas ha^{-1}. Semanalmente, durante 4,5 meses, foi avaliada porcentagem de frutos broqueados e o número de furos feitos pela praga em frutos. Nas avaliações o ataque foi quantificado em 50 plantas em relação a posição sol (nascente e poente) e em três alturas do dossel da planta (ápice, meio e base). Na avaliação ao longo dos dosséis da planta, o número total de frutos por dossel foi registrado, discriminado o número de broqueados, para posterior cálculo das porcentagens de ataque. Os ajustes dos modelos de regressão entre porcentagem de frutos broqueados e número de furos nos frutos, os ajustes dos modelos demostram que as duas características avaliadas, são similares na estimativa da densidade populacional de *S. catenifer* em abacateiro. Baseado no coeficiente angular da regressão entre densidades relativas e densidades absolutas, os locais mais representativos para a amostragem de *S. catenifer* são: no poente e na região do meio da copa para densidades de plantio menores, e nascente ou poente na região do ápice da copa para densidades de plantio maiores. Essas amostras apresentaram variâncias relativas inferiores a 25%, sendo consideradas ideais em termos de precisão para amostragem.

Palavras-chave: *Stenoma catenifer*, amostragem, unidade amostral, praga do abacate.

CHAPTER I: SAMPLE UNIT FOR THE FRUIT BORER OF AVOCADO

ABSTRACT - The objective of this work was to determine the best unit for sampling the percentage of bored fruits by *Stenoma catenifer*. The study was conducted in three avocado crops: 62, 73, 156 plants ha^{-1}. Weekly, in 4.5 months, was evaluated the percentage of bored fruit and the number of holes made by the pest in fruits, beyond individual evaluation of fruits at east and west. In another evaluation, all fruits of 50 plants were recorded with respect to its position in the plant canopy (apex, middle and base), the percentages of bored fruits, overall and each position, were calculated. The fits of the regression models between percentage of bored fruit and number of holes in fruits per plant show that both can be used. Based on the slope of the regression between relative and absolute densities, the most representative sites for sampling caterpillar stage of *S. catenifer* are: the west and in the middle of the canopy region to lower planting densities, and in the east or west on the apex of the canopy region to higher planting densities. These samples showed relative variances less than 25 %, it is considered ideal in terms of precision.

Keywords: *Stenoma catenifer*, sampling, sample unit, avocado pest.

1.1. INTRODUÇÃO

Dentre as frutas que merecem destaque no mercado nacional, encontra-se o abacate (*Persea americana* Mill.) com grande potencialidade de crescimento, pois se adapta a várias regiões com diferentes tipos de climas e solos (Koller, 2002). Estima-se que as condições climáticas e edáficas permitiriam ao Brasil aumentar a produção, que poderia ser absorvida pelo mercado interno, além de exportar para os países membros do Mercosul, mercados europeus e japonês. No entanto, apesar de suas apreciáveis características alimentícias, industriais e comerciais nos últimos anos a produção vem enfrentando uma série de problemas, entre quais os fitossanitários (Nava et al., 2004).

Dentre os problemas fitossanitários destacam-se as pragas e a broca do fruto *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) é considerada a principal praga do abacateiro e sua presença nas principais regiões produtoras de abacate do país tornou-se fator limitante para a produção de frutos de abacate (Nava et al., 2005c; Nava et al., 2007). A principal forma de controle empregada é pela utilização de inseticidas, apesar de não haver inseticidas registrados para a para *S. catenifer* em abacate.

Dois sistemas de controle químico podem ser adotados: o sistema convencional e o Manejo Integrado de Pragas (MIP). No sistema convencional quando constatada a presença do inseto na lavoura, este já é considerado praga e a decisão de controlá-lo é tomada com base apenas no "bom senso" do agricultor. Contudo, a eficiência de controle é considerada baixa, levando a utilização excessiva de produtos químicos. Situação que reporta a necessidade de estudos sobre a praga para estabelecimento de um manejo adequado para *S. catenifer* no abacateiro.

No MIP, a determinação do momento de controle é realizado pelo monitoramento das densidades populacionais das pragas, as quais são comparadas aos índices de tomada de decisão. Portanto, o controle deve-se basear em pesquisas que permitam o desenvolvimento de metodologia de amostragem. Estudos e metodologias de avaliação da densidade populacional de *S. catenifer* em abacateiro são escassos, embora sejam essenciais para a compreensão do comportamento relacionado ao ataque e estabelecimento de estratégias de controle desta praga. Para desenvolvimento de um MIP para *S. catenifer* no abacateiro é necessário o desenvolvimento de plano de amostragem para determinação da sua intensidade de ataque. O início de um plano de amostragem é a determinação da sua unidade amostral.

Em termos estatísticos, a unidade amostral é aquele local que melhor estima a densidade populacional da praga, levando em consideração a sua representatividade e precisão, de forma a dar subsídio para tomada de decisão eficiente e de baixo custo (Pedigo & Rice, 2006). Neste sentido, é de extrema necessidade obter estas informações para a broca do fruto do abacateiro. Estas informações serão necessárias para dar suporte ao MIP nesta cultura.

Assim, neste trabalho objetivou-se determinar a melhor unidade para a amostragem da porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* em abacateiro.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em lavouras comerciais de abacate *P. americana* Mill., variedade Margarida, em Rio Paranaíba, Minas Gerais (19° 25' 42" S, 46° 14' 43" W; altitude de 1180 m). O período de avaliação foi compreendido de 03/05 a 13/09 de 2012. As lavouras estavam em fase reprodutiva.

A coleta de dados foi realizada em três lavouras: espaçamento de 13,5 x 12,0 m, com 15 anos de idade em 46 ha, denominada lavoura 1; 11,4 x 12,0 m, com 16 anos de idade em 52 ha, denominada lavoura 2; e 8,0 x 6,0 m, sendo as linhas, uma com abacate e na outra plantas de abacate intercaladas com lichia (*Litchi chinensis*), com 8 anos de idade em 18 ha, denominada lavoura 3. A densidade de plantas nas lavouras 1, 2 e 3 eram 62, 73 e 156 plantas de abacate por hectare, respectivamente. Os tratamentos fitossanitários foram os adotados normalmente pelo produtor.

Para a coleta dos dados as avaliações de campo foram divididas em duas etapas. Na primeira, foram avaliadas aleatoriamente 50 plantas por lavoura e em cada planta 20 frutos. Os frutos avaliados foram separados na planta em relação ao nascente e poente do sol, ou seja, das 50 plantas semanais avaliadas, 25 tiveram frutos avaliados na posição do nascente e as demais no poente. Desta forma, foram avaliados por semana 1000 frutos em relação à posição do sol em cada lavoura.

As características avaliadas foram porcentagem de frutos broqueados e o número de furos feitos por *S. catenifer* nos frutos. As avaliações foram realizadas de modo a cobrir toda a lavoura, eliminando dessa forma possíveis tendências direcionais na avaliação. Assim, as plantas avaliadas localizavam-se equidistantes ao longo e entre as linhas de plantio, de modo a obter pontos sistematizados de amostragem.

Na segunda etapa, foram avaliadas 50 plantas por lavoura e em cada uma o número total de frutos foram registrados com relação à sua posição no dossel das plantas (ápice, meio e base), discriminando a quantidade de frutos broquedos por *S. catenifer*. Posteriormente, as porcentagens de frutos broqueados foram estimadas em cada lavoura para cada posição do dossel da planta.

Para testar a relação entre as características para amostragem, o número de furos nos frutos foi expresso em função da porcentagem de frutos broqueados por planta e relacionados entre si através de análise de regressão linear. O critério utilizado para

determinar a validação do modelo obtido na regressão foi o valor do coeficiente de determinação (R^2), e a significância do modelo ($p<0,05$).

Após a constatação de que as duas características avaliadas, porcentagem de frutos broqueados por planta e número de furos nos frutos por planta, podem ser utilizadas para a avaliação do ataque de *S. catenifer*. Para a seleção da unidade ideal para amostragem desta praga foram utilizados os critérios de representatividade e precisão. Pela representatividade, as amostras selecionadas devem apresentar os maiores coeficientes angulares (baseado no intervalo de confiança a 95% de probabilidade) na análise de regressão linear entre as porcentagens parciais do extrato do dossel ou posição do sol em função das porcentagens totais de frutos broqueados por *S. catenifer* (Podoler & Rogers, 1975). Já pelo critério de precisão as amostras devem apresentar variâncias relativas inferiores a 25%, já que valores inferiores a este são considerados ideais para geração de planos de amostragem (Southwood, 1978).

As variâncias relativas das densidades de furos e frutos broqueados em cada unidade amostral foram calculadas conforme a equação 1 (Southwood, 1978).

$$VR = \frac{[100 * S(\overline{X})]}{\overline{X}},$$ sendo:

$VR =$ variância relativa; $S(\overline{X}) =$ erro-padrão da média e $\overline{X} =$ média.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período de avaliação, a média do número de furos de *S. catenifer* por planta variou de 0,95 (lavoura 3) a 2,07 (lavoura 1), sendo a média geral das lavouras igual a 1,37 furos por planta. Já a porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* variou de 3,04% (lavoura 3) a 6,01% (lavoura 1), e a média das lavouras foi de 4,33%.

Existe uma relação positiva e significativa entre o número de furos de *S. catenifer* nos frutos, por planta, e o número de frutos broqueados por *S. catenifer* por planta, nas três lavouras e em termos gerais nas lavouras em conjunto (Figura 1). A variação do número de frutos broqueados por planta explica 79,5, 72,0 e 84,0% da variação observada no número de furos nos frutos, nas lavouras 1, 2 e 3, respectivamente. Em média o número de frutos broqueados por planta explica 78,5% da variação do número de furos nos frutos.

Os ajustes dos modelos gerados pela regressão mostram que as duas características avaliadas, porcentagem de frutos broqueados por planta e número de furos nos frutos por planta, são similares como uma alternativa para se estimar a densidade populacional de *S. catenifer* em abacateiro.

Assim através da relação observada entre a porcentagem de frutos broqueados por planta e número de furos nos frutos, é possível inferir o número de furos em campo através da porcentagem de frutos atacados. Também é possível utilizar o número de furos para estimar a porcentagem de frutos broqueados, permitindo avaliação de perdas quantitativas ocorridas, o que auxilia na tomada de decisão para o manejo da praga.

Hoddle & Hoddle (2008a) estudaram o nível de ataque e padrão de dano por *S. catenifer* no campo avaliando a proporção de frutos broqueados e também número de furos por fruto, em abacateiro comercial da variedade Hass em San Miguel Dueñas, e observaram que o dano no campo foi 45,50 ± 1,93%. Dos frutos broqueados por *S. catenifer*, 53, 40, e 7% dos furos estavam no terço basal, mediano e apical do fruto, respectivamente. O número de furos por fruto variou de um a quatro, e aproximadamente 14% dos frutos tinham mais do que um furo.

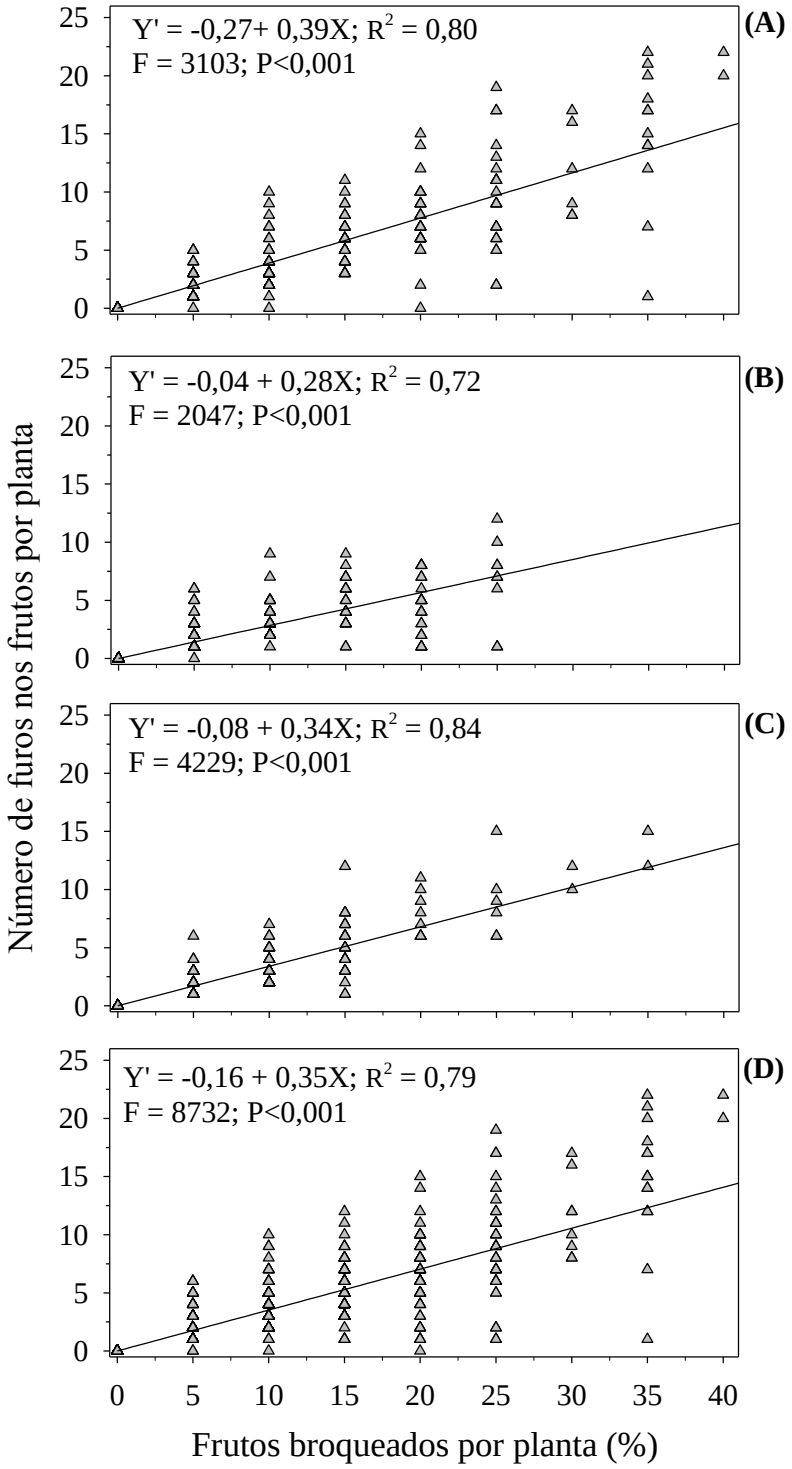

Figura 1. Número de furos de *Stenoma catenifer*, nos frutos, por planta em função da porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* por planta, nas lavouras 1 (A), 2 (B), 3 (C) e nas lavouras em conjunto (D). Rio Paranaíba, MG. 2012.

A avaliação do ataque de insetos broqueadores em frutos tem sido utilizada para determinação das porcentagens de danos dessas pragas em variadas culturas, cujo produto final comercializado é o fruto, como em tomate (*Solanum lycopersicum*), araticum (*Annona crassiflora*) e até mesmo em abacate (Hohmann et al., 2003; Nava et

al., 2005b e 2006; Braga Filho et al., 2007; Lebedenco et al., 2007; Wamser et al., 2008).

Além da importância da determinação de danos causados por pragas, a distribuição do inseto, ou do seu ataque, na planta pode definir formas de agilizar e aumentar a confiabilidade do processo de amostragem da praga na cultura. Também serve de subsídio para melhor entender práticas de campo usuais, como o local de melhor deposição dos inseticidas aplicados ou de atuação dos inimigos naturais com vistas a maximizar o controle da praga (Fernandes et al., 2006). Partindo da característica de porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer*, foram caracterizadas as regiões da planta com maior representatividade do ataque em relação à face nascente e poente do sol, e ápice, meio e base em relação à altura da copa do abacateiro.

Nas lavouras 1 e 2 (62 e 73 plantas ha^{-1}, respectivamente) a curva de regressão das porcentagens parciais em função das porcentagens totais, para nascente e poente, que apresentou maior coeficiente angular foi a do poente, assim esta face da copa foi o que melhor representou o ataque de *S. catenifer* nestas lavouras (Figura 2). Para a lavoura 3 (156 plantas ha^{-1}) o coeficiente angular não diferiu entre nascente e poente, indicando similaridade na representação do ataque nesta lavoura. Em todos os casos, os modelos estimados pela regressão foram significativos a $p<0,05$.

Nas lavouras 1 e 2 a curva de regressão das porcentagens parciais para cada altura da planta (ápice, meio e base) em função das porcentagens totais de frutos broqueados que apresentou maior coeficiente angular foi referente ao extrato mediano da planta, assim este local da copa representa melhor a intensidade de ataque da praga nestas lavouras (Figuras 3 e 4). Vale ressaltar que tanto o somatório ápice + meio quanto meio + base, obviamente é mais representativo por ser uma fração maior do total da copa, como pode ser observado pelos maiores coeficientes angulares. Em todos estes casos, os modelos estimados pela regressão foram significativos a $p<0,05$. Entretanto, pela questão prática de ser amostrado apenas um extrato da planta ao invés de dois, optou-se por selecionar apenas um para amostragem de *S. catenifer*, sendo neste caso o mediano em plantios com densidade de até 73 plantas ha^{-1}.

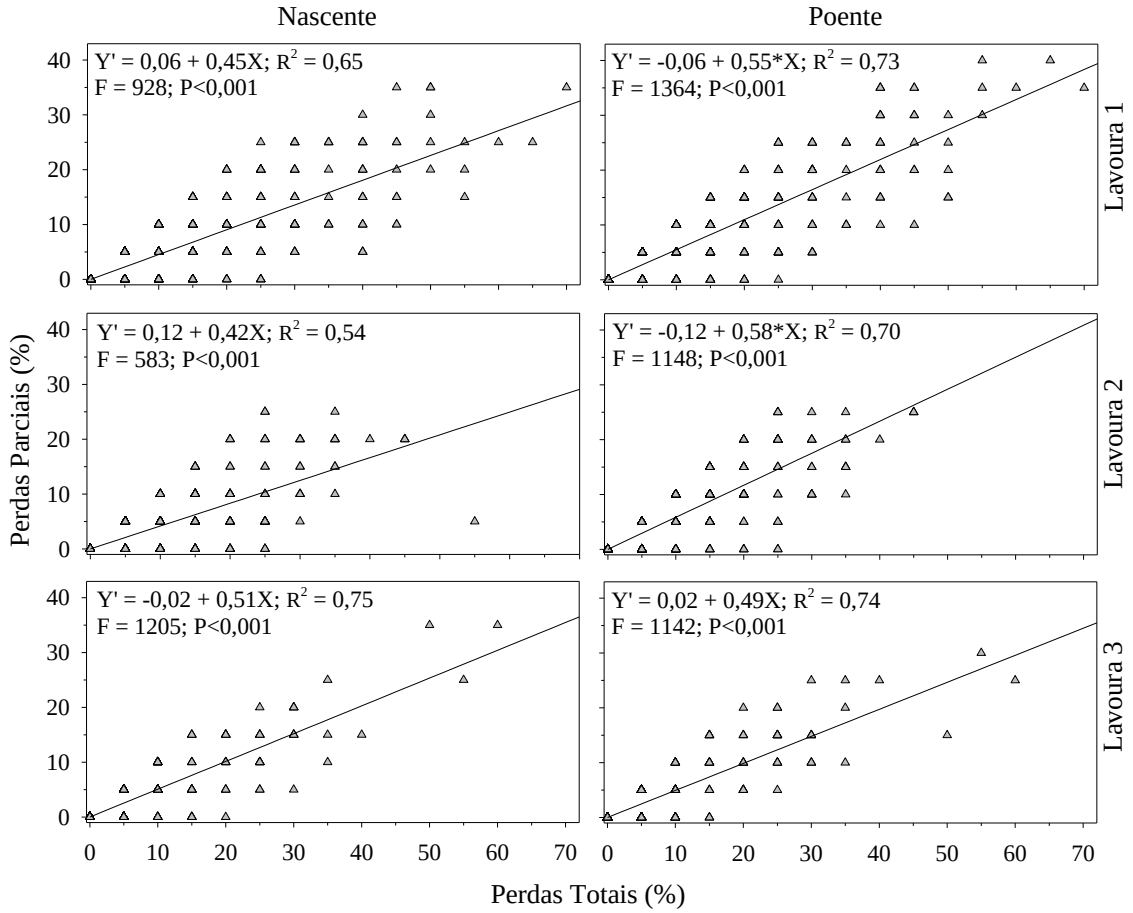

Figura 2. Porcentagens parciais nos lados (nascente e poente) da copa da planta em função das porcentagens totais de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*. Rio Paranaíba, MG. 2012. *Maior coeficiente angular baseado no seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade e significativo a p<0,01.

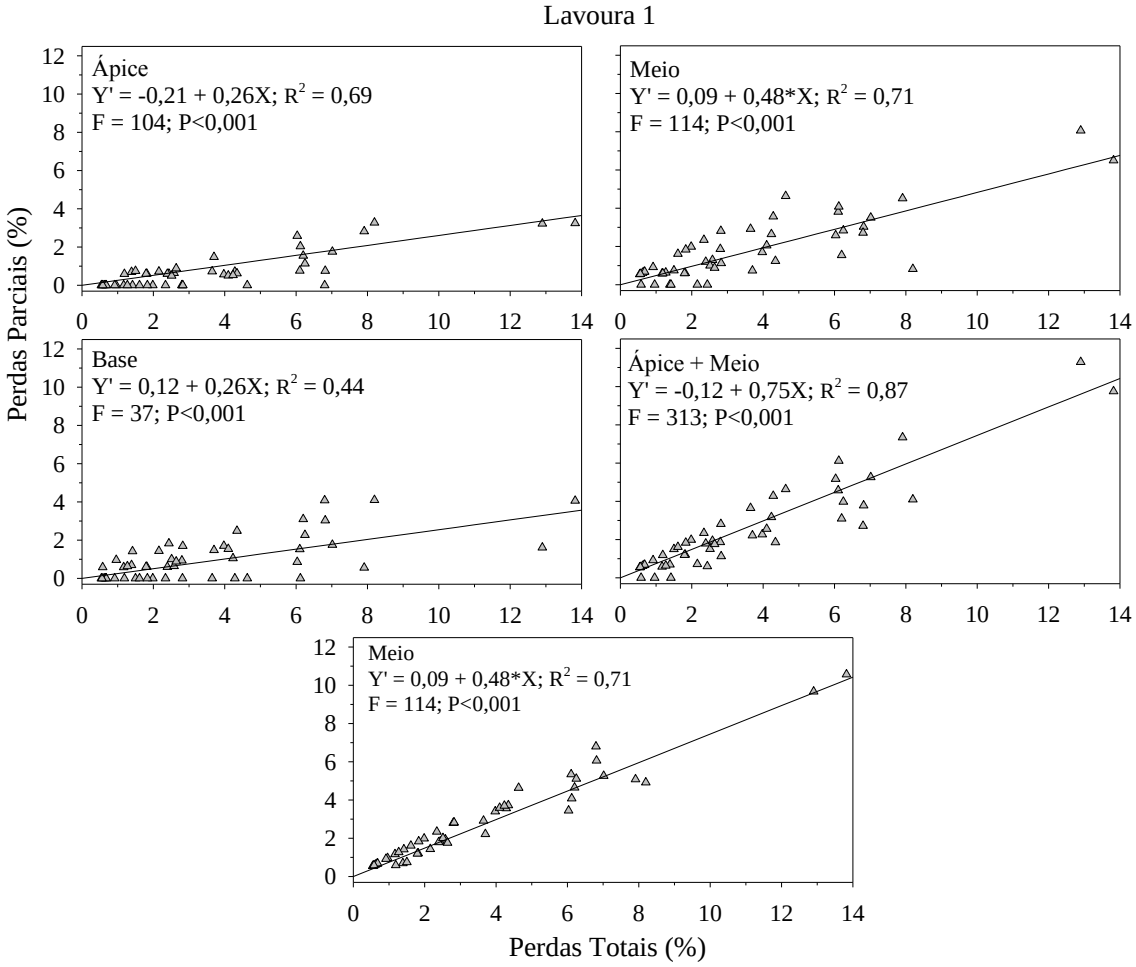

Figura 3. Porcentagens parciais nas partes (ápice, meio, base, ápice + meio e meio + base) da copa da planta em função das porcentagens totais de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*. Rio Paranaíba, MG. 2012. *Maior coeficiente angular baseado no seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade e significativo a p<0,01, para ápice, meio e base separadamente.

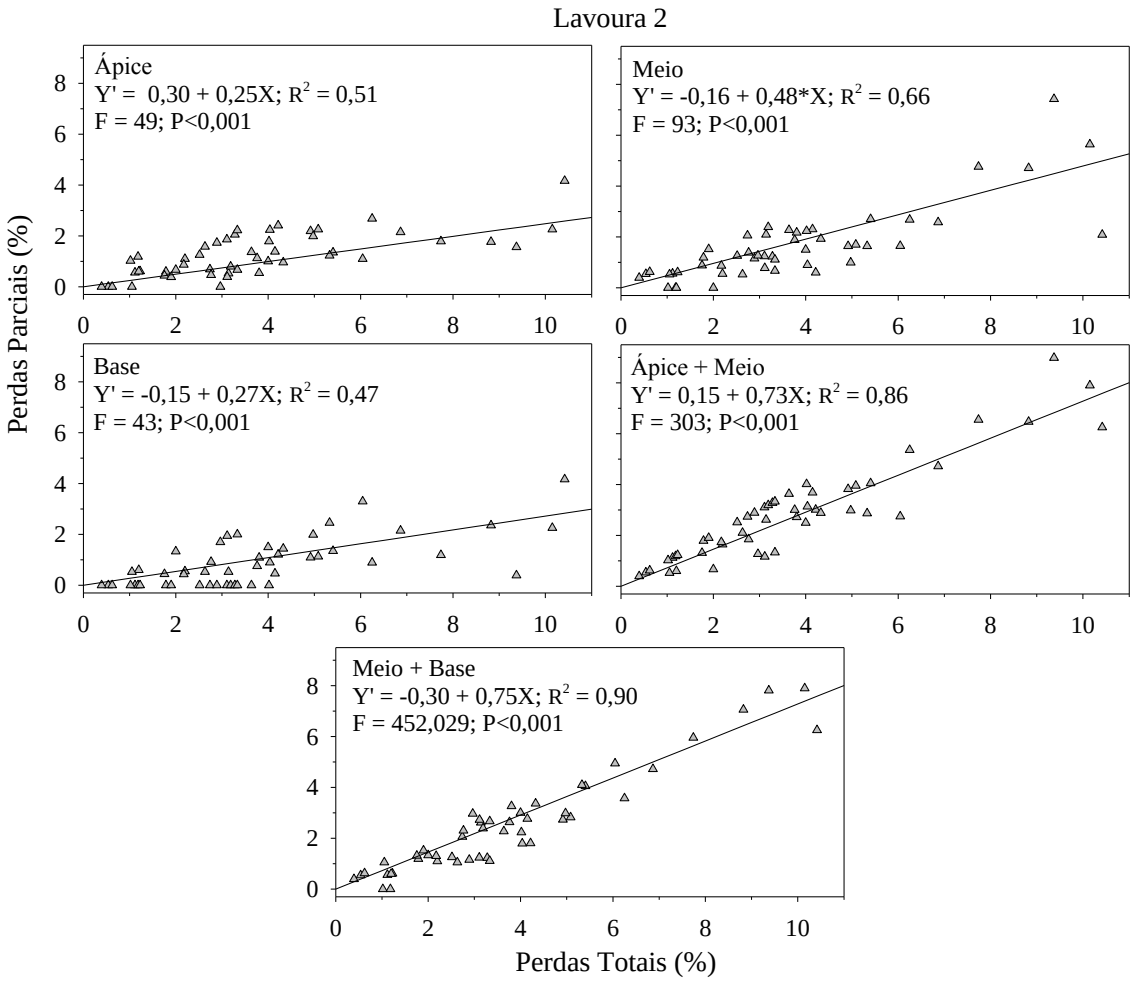

Figura 4. Porcentagens parciais nas partes (ápice, meio, base, ápice + meio e meio + base) da copa da planta em função das porcentagens totais de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*. Rio Paranaíba, MG. 2012. *Maior coeficiente angular baseado no seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade e significativo a p<0,01, para ápice, meio e base separadamente.

Já a lavoura 3 a curva de regressão que apresentou maior coeficiente angular foi a do ápice, onde o modelo estimado pela regressão foi significativo a p<0,05; demonstrando que em plantios com densidades de 156 plantas ha^{-1} o ápice da copa representa melhor a intensidade de ataque (Figura 5). Os modelos para meio e base não foram significativos, com isso o somatório meio + base, apesar de ser uma fração maior do total da copa, tem um baixo coeficiente angular e o modelo não é significativo, pois a representatividade do ápice, por si, foi de 98%. Já o somatório ápice + meio é mais representativo, como pode ser observado pelo maior coeficiente angular e a significância se seu modelo (p<0,05). Entretanto, novamente pela questão prática optou-se por selecionar apenas um extrato, neste caso o ápice.

Os resultados das lavouras com menor densidade de plantas (1 e 2) corroboram em partes com o trabalho de Nava et al. (2006), onde estudaram a distribuição vertical do ataque de *S. catenifer* em abacate da cultivar Margarida (67 plantas ha^{-1}) em São Tomás de Aquino, MG, onde observaram a concentração do ataque no meio e na base do dossel da planta de abacateiro. Os mesmos autores observaram que nos quadrantes norte, leste (nascente) e oeste (poente), o número de frutos infestados foi maior na base e no meio, diferindo do ápice da planta. Já para a direção sul, o número de frutos infestados diferiu nas três alturas, sendo que o meio apresentou o maior número de frutos atacados, seguido por base e ápice. Porém, em nenhuma das alturas houve diferenças entre leste (nascente) e oeste (poente).

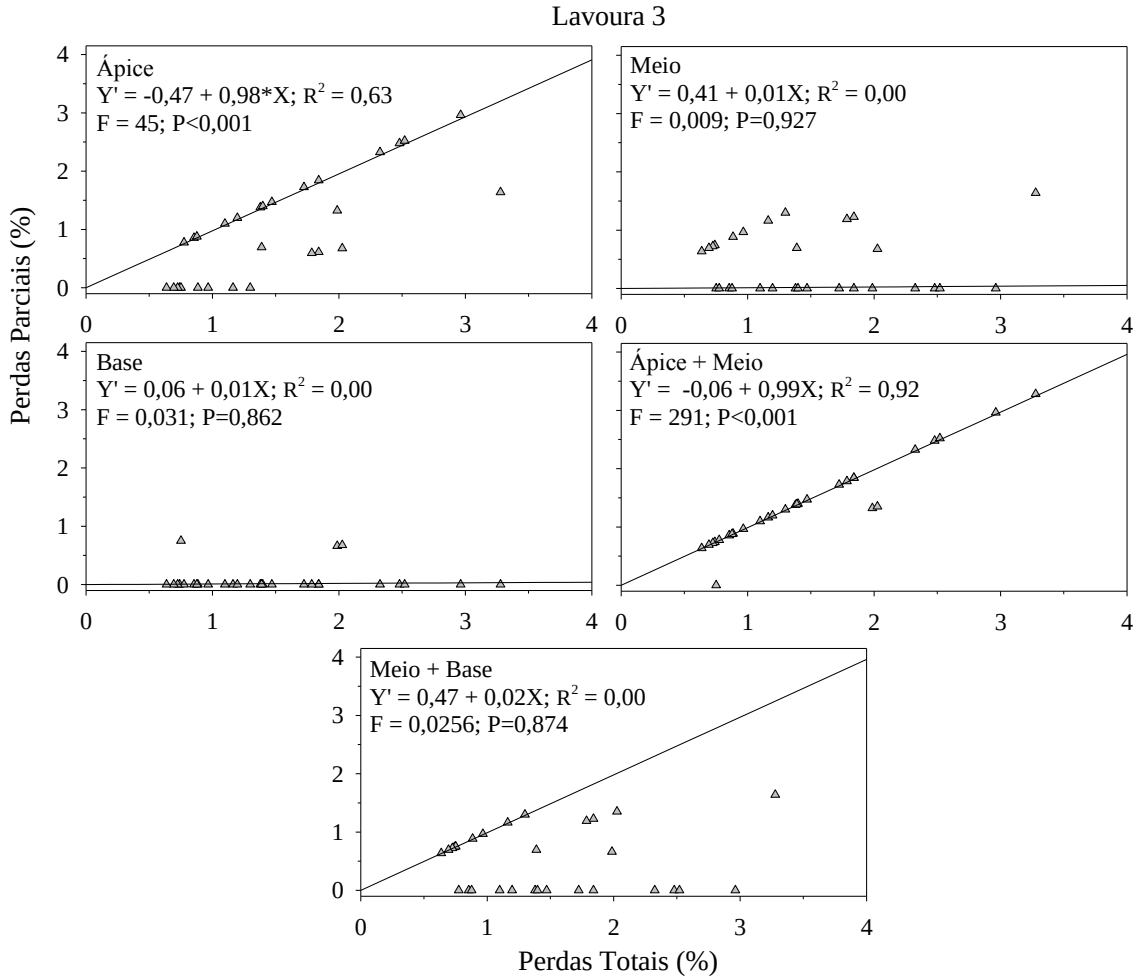

Figura 5. Porcentagens parciais nas partes (ápice, meio, base, ápice + meio e meio + base) da copa da planta em função das porcentagens totais de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*. Rio Paranaíba, MG. 2012. *Maior coeficiente angular baseado no seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade e significativo a p<0,01, para ápice, meio e base separadamente.

Foi observado em nosso trabalho que em maior densidade de plantas o ataque se concentrou no ápice e nas menores densidades no meio da copa. Entretanto, em um estudo realizado em Arapongas, PR, com abacate cultivar Margarida (100 plantas ha^{-1}), foi o observado que 56% dos danos ocasionados por *S. catenifer* ocorreram na parte superior da planta e 44% na parte inferior e no mesmo trabalho foi relatado que em outra localidade (Cambé, PR) com abacate cultivar Margarida (67 plantas ha^{-1}), 72% dos frutos infestados estavam na parte superior e apenas 28% na parte inferior, portanto teve tendência de não se diferir em maiores densidades e se concentrar na região mais alta da copa em menores densidades (Hohmann et al., 2003).

Segundo Nava et al. (2006) a infestação de *S. catenifer* pode ser variável dependendo da cultivar. E para aquelas que possuem crescimento verticalizado, a grande quantidade de abacates concentra-se na parte média, sendo que no caso da cultivar Margarida, que apresenta um crescimento horizontal, os frutos estão mais bem distribuídos nas diferentes alturas da planta. No entanto, no presente trabalho, a cultivar Margarida sob sistema de plantio mais adensado, 156 plantas ha^{-1}, apresenta crescimento mais verticalizado em comparação às menores densidades, e teve o ápice como região de maior representatividade do ataque, demonstrando que sua distribuição é peculiar, em função não somente da cultivar envolvida, mas também da densidade de plantio, que pode influenciar as características de arquitetura da planta.

Tratando-se de outros lepidópteros praga, em algodoeiro, Fernandes et al. (2006) estudando a distribuição de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) e Dutra et al. (2012) de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) relataram a preferência das lagartas pela parte apical das plantas, vindo a seguir a parte mediana e basal, respectivamente. Gallo et al. (2002) também cita de forma genérica esse mesmo padrão.

Panizzi & Parra (1991) sugerem que muitos aspectos da biologia dos insetos, incluindo seu comportamento, fisiologia e ecologia, estão de uma ou outra maneira inseridos dentro de um contexto nutricional. Assim, o ataque decrescente da parte apical das plantas, vindo a seguir a parte mediana e basal, considerando que no terço apical das plantas são encontradas as folhas mais novas, mais tenras e com maior concentração de nutrientes essenciais como aminoácidos, vitaminas e sais minerais e não essenciais como carboidratos, lipídeos e esteróis, indica que lagartas desfolhadoras migram para o terço superior à medida que se desenvolvem por relação direta à questão da alimentação (Fernandes et al., 2006).

Já no caso de *S. catenifer*, que é um inseto broqueador não ocorre a migração das lagartas à medida que se desenvolvem, sua distribuição está diretamente relacionada

com o local de oviposição dos adultos. O comportamento de oviposição em lepidópteros é um processo complexo que segue as características químicas e físicas da planta hospedeira, isso influencia a seleção do local de postura dos ovos (Panizzi & Parra, 1991; Thompson & Pellmyr, 1991). Dentre as características químicas não só os nutrientes podem estar relacionados, os compostos secundários presentes não somente nos frutos, mas também nas folhas, podem constituir um importante fator da no comportamento de oviposição dos insetos.

Além da questão da qualidade da alimentação o microclima diferenciado entre lavouras pode exercer influencia no padrão de distribuição da praga. A cultivar Margarida sob sistema de plantio mais adensado, 156 plantas ha^{-1}, apresenta crescimento mais verticalizado em comparação às menores densidades, e pelo maior número de plantas na área cobre melhor a entrada de radiação solar no dossel, cobre melhor o solo e dificulta a circulação do ar. Assim a arquitetura das plantas de abacate afeta o microclima de cada lavoura de forma diferente. Deste modo, as condições de microclima diferentes formados dentro das lavouras pode ter levado a representatividade do ataque de formas distintas entre as lavouras.

Em função dos resultados, os locais mais representativos para a amostragem da fase de lagarta de *S. catenifer* são: no poente e na região do meio da copa do abacateiro para as lavouras 1 e 2 (62 e 73 plantas ha^{-1}, respectivamente), e no nascente ou poente na região do ápice da copa para a lavoura 3 (156 plantas ha^{-1}). Essas amostras tratadas como mais representativas apresentaram variâncias relativas inferiores ao limite de 25% (Figura 6), sendo que valores inferiores a este são considerados ideais para geração de planos de amostragem com precisão (Southwood, 1978).

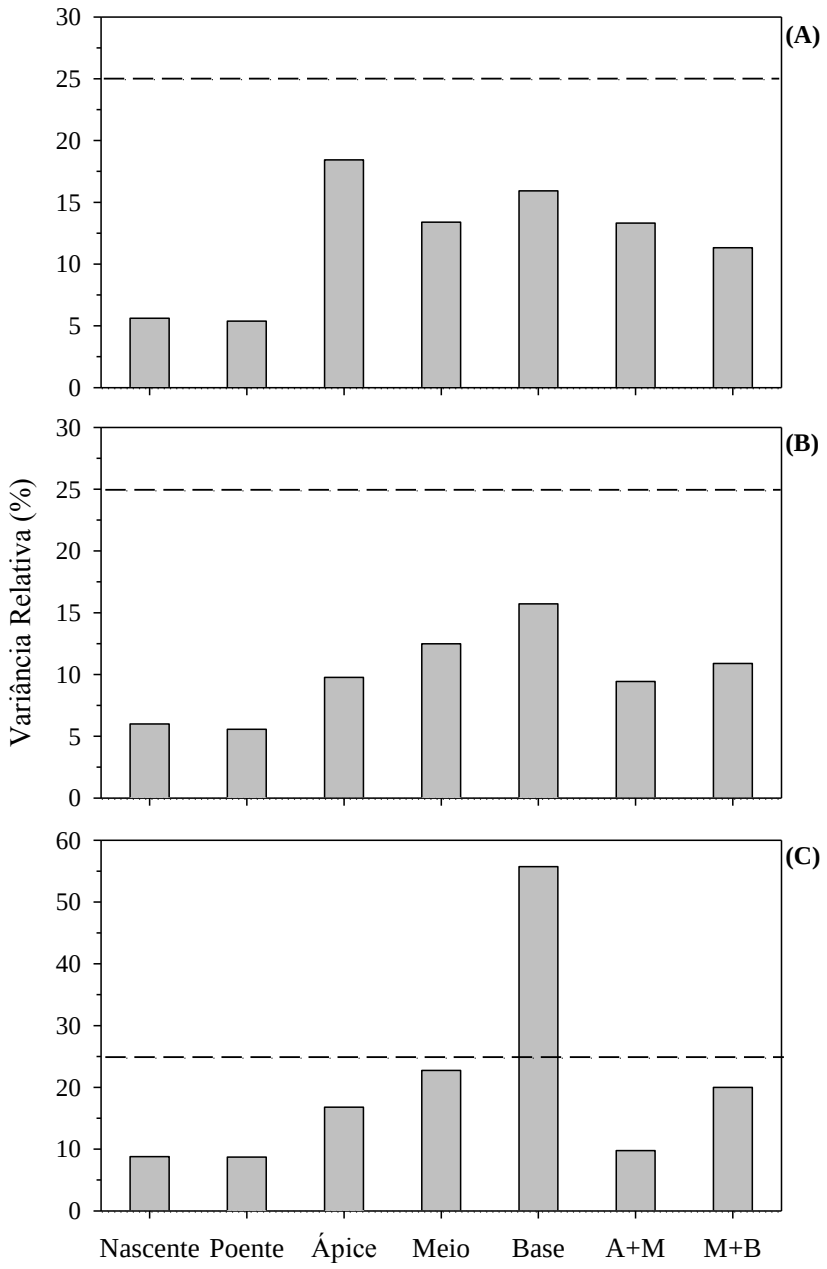

Figura 6. Variâncias relativas (%) da característica de porcentagem do frutos broqueados por *Stenoma catenifer* para faces nascente e ponte em relação ao sol e ápice, meio, base, ápice + meio (A+M) e meio + base (M+B) em relação à altura da copa do abacateiro, nas lavouras 1 (A), 2 (B) e 3 (C). Rio Paranaíba, MG. 2012.

1.4. LITERATURA CITADA

BRAGA FILHO, J.R.; VELOSO, V. da R.S.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L. do; CHAVES, L.J. Danos causados por insetos em frutos e sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart., 1841) no cerrado de Goiás. **Bioscience Journal**, v.23, p.21-28, 2007.

DUTRA, C.C.; FERNANDES, M.G.; FERNANDES, W.D.; BUSOLI, A.C. Distribuição vertical de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Agrarian**, v.5, p.7-13, 2012.

FERNANDES, M.G.; SILVA, A.M.; DEGRANDE, P.E.; CUBAS, A.C.. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera, Noctuidae) em plantas de algodão. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, v.78, p.28-35, 2006.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.L.P.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Vol.10. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

HODDLE, M.S.; HODDLE, C.D. Bioecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and associated larval parasitoids reared from Hass avocados in Guatemala. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.692-698, 2008.

HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M.; ANDRADE, E.A.; NOVAES, T.C.; ZANDONÁ, C. The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.432-435, 2003.

KOLLER, O.C. **Abacate**: Produção de mudas, instalação, manejo de pomares, colheita e pós-colheita. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 154p.

LEBEDENCO, A.; AUAD, A.M.; KRONKA, S. do N. Métodos de controle de lepdópiteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.29, p.339-344, 2007.

NAVA, D.E.; NEVES, A.D.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; GONÇALVES, J.C.; PARRA, J.R.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Deuterollyta majuscula* (Lep.: Pyralidae) em abacateiro (*Persea americana* MILL.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.234-236, 2004.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; BENTO, J.M.S.; DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; HADDAD, M.L. Distribuição vertical, danos e controle cultural de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em pomar de abacate. **Neotropical Entomology**, v.35, p.516-522, 2006.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; COSTA, V.A.; GUERRA, T.M.; CÔNSOLI, F.L. Population dynamics of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and related larval parasitoids in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v.88, p.441-446. 2005a.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; BENTO, J.M.S. Oviposition behavior of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): chemical and physical stimuli and diel pattern of egg laying. **Annals of the Entomological Society of America**, v.98, p.409-414, 2005b.

NAVA, D.E.; TAKAHASHI, K.M.; PARRA, J.R.P. Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para controle de *Stenoma catenifer*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.9-16, 2007.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. Introdução à ecologia nutricional de insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo integrado de pragas**. São Paulo: Manole/CNPq, 1991. p. 1-7.

PEDIGO, L.P.; RICE, M.E. **Entomology and Pest Management**. New York: Prentice Hall, 2006. 742p.

PODOLER, H.; ROGERS, D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal Animal Ecology**, v.44, p.85-114, 1975.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. 2.ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

THOMPSON, J.N.; PELLMYR, O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.65–89, 1991.

WAMSER, A.F; BECKER, W.F; SANTOS, J.P; MUELLER S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p.180-185, 2008.

CAPÍTULO II: FATORES QUE AFETAM O ATAQUE DA BROCA DO FRUTO DO ABACATEIRO

RESUMO - O objetivo do trabalho foi estudar a influência dos fatores ambientais, planta e inimigos naturais no ataque de *Stenoma catenifer* em abacateiro. O estudo foi realizado em três lavouras de abacate: 62, 73, 156 plantas ha^{-1} entre março de 2012 a outubro de 2013. Nesse período foram monitorados dados climáticos, flutuação populacional de frutos broqueados por *S. catenifer*, produtividade, fauna de artrópodes, teor de nutrientes e desenvolvimento dos frutos. Há sazonalidade de produção no abacateiro, que é maior com aumento da densidade de plantio. O controle cultural (densidade de plantas e o consórcio com outras fruteiras) reduz o ataque de *S. catenifer*. Picos populacionais de *S. catenifer* ocorreram em momentos de temperatura mais elevada e períodos anteriores de estiagem. Sendo que as temperaturas máxima, média e mínima e a radiação solar apresentaram relação positiva com a flutuação populacional de *S. catenifer* e a umidade relativa tem relação negativa. Os teores dos nutrientes nitrogênio, cálcio, magnésio e cobre têm um efeito positivo sobre o ataque de *S. catenifer*. A aranha *Trochosa gulosa* e outra da família Nesticidae tem relação positiva com o ataque de *S. catenifer*. Formigas de modo geral podem ter relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*, especialmente *Pachycondyla* sp.1. As espécies de coleópteros *Carpelimus* sp.1, *Dichotomius bicuspis*, *Litocharodes* sp.1, *Loxandrus* sp.2 e *Selenophorus poeciloides* apresentaram relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*. O controle químico afetou a densidade populacional de *S. catenifer* entre as duas safras acompanhadas.

Palavras-chave: *Stenoma catenifer*, flutuação populacional, clima, inimigo natural.

CHAPTER II: FACTORS AFFECTING THE ATTACK OF FRUIT BORER OF AVOCADO

ABSTRACT - The objective of this work was to study the influence of environmental factors, plant, natural enemies in the attack of *Stenoma catenifer* in avocado. The study was conducted in three avocado crops: 62, 73, 156 plants ha^{-1} from March 2012 to October 2013. During this period were monitored the climatic data, population fluctuation of damaged fruits by *S. catenifer*, productivity and losses by *S. catenifer*, arthropod fauna, nutrient content and fruit development. It was found there is seasonal production in avocado crop between consecutive harvests, and it is greater with increased planting density. The cultural control (plant density and intercropping with other fruit) reduces the damage of *S. catenifer*. Population peaks of *S. catenifer* are more frequent when there is an increase in temperature and previous periods of drought. Since the maximum, mean and minimum temperatures and solar radiation has positive relationship with population fluctuation of *S. catenifer* and the relative humidity has negative relationship. The nutrient content of nitrogen, calcium, magnesium and copper have a positive effect on the damage of *S. catenifer*. The spider *Trochosa greedy* and the other species of family Nesticidae has positive relationship with the damage of *S. catenifer*. Ants in general can have negative relationship with the number of damaged fruits by *S. catenifer*, especially *Pachycondyla* sp.1. Beetles have negative relationship with the number of damaged fruits by *S. catenifer*. Chemical control has influence in reducing the population of *S. catenifer* compared two seasons, one with lower and one with higher number of insecticide applications.

Keywords: *Stenoma catenifer*, population dynamics, climate, natural enemy.

2.1. INTRODUÇÃO

A cultura do abacateiro (*Persea americana* Mill.), vem enfrentando nos últimos anos uma série de problemas, entre eles os fitossanitários (Nava et al., 2004). Dentre os problemas fitossanitários destacam-se a broca do fruto *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) que é considerada a principal praga desta cultura.

O adulto de *S. catenifer* é uma mariposa de coloração amarelo-palha, com pontuações escuras no tórax, com pontos escuros dispostos em linhas no bordo externo das asas, e mede aproximadamente 15 mm de envergadura. Os ovos são branco-esverdeados de forma oblonga e apresentam estrias longitudinais; medindo 0,5 mm de comprimento. As fêmeas ovipositam os ovos isoladamente próximo ao pedicelo do abacate (Hohmann et al., 2003). Durante sua vida, uma fêmea pode produzir cerca de 210 ovos, a fase embrionária dura de cinco a seis dias. As lagartas recém-eclodidas são branco-acinzentadas com a cabeça escura, levam cerca de 15 dias para passarem por cinco ínstares. No final do quinto ínstar, as lagartas apresentam cor arroxeada com 20 mm de comprimento, quando deixam os frutos e descem ao solo onde passam a fase de pupa. A pupação também pode ocorrer dentro das sementes ou entre os frutos caídos (Hohmann & Meneguim, 2006). A duração da fase de pupa varia de 14 a 15 dias. As pupas são marrons e medem aproximadamente 10 mm de comprimento. Já os adultos apresentam longevidade de 5 a 7 dias (Nava & Parra, 2005).

As fêmeas fazem a postura dos ovos em frutos de todos os tamanhos. Após a eclosão, as lagartas de primeiro ínstar perfuram a casca e se alimentam inicialmente da polpa, podendo atingir nos últimos ínstares a semente, causando sérios danos nos frutos, e na maioria das vezes provocando a sua queda (Martínez & Godoy, 1984). Em anos de altas infestações é comum encontrar várias lagartas por fruto. O orifício de penetração pode favorecer a entrada de microorganismos que aceleram o processo de deterioração do fruto. O sinal de ataque da broca na lavoura é facilmente identificado pelo aparecimento de manchas brancas devido à exudação de substâncias que se solidificam em contato com o ar. Além disto, nos frutos observa-se depósito de excrementos e restos alimentares, próximo do orifício de penetração da lagarta (Hohmann & Meneguim, 2006). Na condição de ataque intenso causa: depreciação dos frutos; lavouras antieconômicas; perda do investimento aplicado, já que esta cultura exige altos investimentos e elevação do preço no varejo, devido à queda da oferta do produto.

Estudos realizados por Ventura et al. (1999) demonstraram que a intensidade de ataque de *S. catenifer* depende da cultivar e da fase de desenvolvimento do fruto.

Estudos têm sido realizados para estabelecer práticas de manejo adequado para o controle desta praga, principalmente por meio do controle químico (Fornazieri et al. 1994; Hohmann et al. 2000). No entanto ainda há grande carência de medidas seguras e principalmente viáveis para o controle de *S. catenifer*, o que têm mantido a produção de abacate em um alto risco no Brasil nos últimos anos.

Muitas vezes, o insucesso no controle se deve à época inadequada de aplicação dos diferentes métodos utilizados. Os estudos de variação sazonal do ataque de pragas às culturas permitem a determinação de épocas adequadas para amostragem e controle de pragas (Harcourt, 1961; Morris, 1963; Varley et al., 1973; Rabinovich, 1978 Bacci et al., 2009). Além disso, estes estudos possibilitam o estabelecimento de modelos de previsão do ataque de pragas às culturas, mas para isso é importante entender as relações da praga com os fatores bióticos e abióticos do meio onde está inserida.

A sazonalidade de pragas é influenciada pelo clima, inimigos naturais, características da planta hospedeira e manejo da cultura. Estes fatores podem atuar de forma direta ou indireta sobre a praga e o que acaba afetando a sua densidade populacional (Bacci et al., 2009; Pereira et al., 2007). Em relação às características da planta hospedeira, a sua fenologia é importante para detecção, monitoramento e controle de qualquer praga, porque a suscetibilidade da planta varia com seu estágio fenológico (Ferreira, et al., 2003; Oliveira et al., 2007; Machado & Garcia, 2010; Jesus et al., 2011).

Os principais elementos climáticos que influenciam na abundância de artrópodes herbívoros são temperatura, precipitação, umidade relativa, ventos e fotoperíodo (Gillham, 1968). Já os inimigos naturais, predadores, parasitóides e entomopatógenos podem causar grande mortalidade às populações de artrópodes praga (Berti Filho, 1990; Picanço et al., 2010). Os estudos destinados a esclarecer o papel das ações exercidas por estes fatores ecológicos sobre uma população de inseto-praga são de grande interesse, pois suas ações condicionam a multiplicação dos insetos e impedem que suas populações atinjam o seu potencial biótico (Carvalho, 1986).

Desta forma, esse trabalho teve como objetivo estudar a influência dos fatores ambientais, planta e inimigos naturais no ataque de *S. catenifer* na cultura do abacateiro.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em lavouras comerciais de abacate *P. americana* Mill., variedade Margarida de propriedade do Grupo Tsuge, em Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil (19° 25' 42" S, 46° 14' 43" W) com altitude de 1180 m. O período experimental foi compreendido entre março de 2012 a outubro de 2013. As lavouras estavam em plena fase reprodutiva.

Os dados climáticos obtidos mediante consulta às normas climatológicas apresentadas no site do Instituto Nacional de Meteorologia caracterizam o clima da região como do tipo Cwb segundo a classificação climática de Köppen (KÖPPEN & GEIGER, 1928), de zona tropical semiúmida, com temperatura média mínima de 18 ºC e média anual igual ou inferior a 22 ºC, caracterizado pela presença de duas estações bem definidas, uma fria e seca, abrangendo os meses de abril a setembro e outra quente e chuvosa, que se estende de outubro a março, sendo a precipitação média próxima a 1500 mm por ano.

A coleta de dados foi realizada em três lavouras: espaçamento de 13,5 x 12,0 m, com 15 anos de idade em 46 ha, denominada lavoura 1; 11,4 x 12,0 m, com 16 anos de idade em 52 ha, denominada lavoura 2; e 8,0 x 6,0 m, sendo as linhas, uma com abacate e na outra plantas de abacate intercaladas com lichia (*Litchi chinensis*), com 8 anos de idade em 18 ha, denominada lavoura 3. A densidade de plantas nas lavouras 1, 2 e 3 eram 62, 73 e 156 plantas de abacate ha^{-1}, respectivamente.

Os tratamentos fitossanitários foram os adotados normalmente pelo produtor, com 14 aplicações de inseticidas em cada lavoura durante o ciclo da cultura na safra 2011/12. Na safra 2012/13 foram 25, 22 e 19 aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura para as lavouras 1, 2 e 3, respectivamente.

2.2.1. Flutuação Populacional de *S. caternifer* e Perdas de Produção

A densidade populacional de *S. caternifer* foi monitorada por frutos broqueados semanalmente para cada safra até a colheita. Foram monitoradas 50 plantas/lavoura/semana avaliando-se 20 frutos. As amostras foram coletadas de modo a cobrir toda a lavoura, onde as plantas avaliadas localizam-se equidistantes ao longo e entre as linhas de plantio, de modo a obter pontos sistematizados de amostragem.

No momento da colheita para as duas safras, em cada lavoura foi contabilizado o número de frutos destinados à comercialização, para estimativa da produtividade e o número de frutos descartados em função do ataque de *S. catenifer* em 50 plantas aleatórias. Essa operação foi realizada pelos próprios funcionários da fazenda pela experiência na colheita e classificação dos frutos adequados a comercialização.

2.2.2. Dados Climáticos

Os dados meteorológicos foram registrados diariamente na estação meteorológica do *Campus* de Rio Paranaíba da Universidade Federal de Viçosa (19º 12' 36" S, 46º 07' 58" W).

2.2.3. Levantamento da Fauna de Artrópodes

O levantamento da fauna de artrópodes foi realizado semanalmente na serrapilheira sob a copa do abacateiro, para isso, armadilhas do tipo PitFall foram instaladas no solo, conforme proposto por Luff (1975). As armadilhas foram distribuídas em um número de 10 aleatoriamente na lavoura mais atacada por *S. catenifer*. As armadilhas foram confeccionadas com garrafas tipo Pet com cerca de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura (após terem sido recortadas), sendo que a parte de cima recortada foi utilizada como funil para facilitar a queda dos espécimes dentro do recipiente plástico com solução de álcool 70% no interior da armadilha. Os frascos foram substituídos a cada sete dias, assim cada pote plástico representa a fauna de artrópodes acumulada nas armadilhas dentro do perído que ficou em campo. Assim, a coleta em armadilhas ocorreu continuamente ao longo de todo o período experimental. As armadilhas foram enterradas com as bordas ao nível do solo para facilitar as coletas dos artrópodes.

As amostras foram conservadas em potes plásticos contendo álcool 70%, sendo posteriormente transferidas para placas de Petri e submetidas à contagem do número de indivíduos por espécimes sob microscópio estereoscópio com aumento fixo de 12x. As espécies de artrópodes foram prontamente identificadas usando a coleção de referência periodicamente atualizada pelas coletas de campo. Posteriormente, os espécimes coletados foram encaminhados para taxonomistas para identificação taxonômica.

2.2.4. Análise Nutricional e Desenvolvimento dos Frutos

No período experimental de 2013, buscou-se estabelecer a relação do fator nutricional com o ataque de *S. catenifer* ao abacateiro. Para tanto, foi feita a

caracterização físico-química do solo nas lavouras utilizadas nas avaliações. O solo foi coletado em janeiro de 2013 (Tabela 1). Foram coletadas 25 amostras de solo para compor uma amostra composta para as profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. As profundidades de 0,20-0,40 e 0,40-0,80 m foram avaliadas com 15 amostras. Os pontos de amostragem foram georreferenciados e as plantas utilizadas na coleta foram devidamente identificadas para coletas futuras de frutos. As coletas foram realizadas em duas lavouras, foram selecionadas a com menor e a com maior número de plantas por hectare.

Mensalmente de janeiro a setembro de 2013, os frutos foram coletados na parte mediana da planta com a coleta de dez unidades. Para os frutos coletados registrou-se a massa e diâmetro. Todo o material vegetal coletado foi limpo em laboratório com algodão umedecido com solução 0,1% de detergente neutro (detergente + água destilada) para remoção de impurezas das amostras.

Tabela 1. Caracterização da condição do solo nas lavouras 1 e 3. Rio Paranaíba - MG, 2013.

Profundidade (cm)/Lavoura	**Argila ($g\ Kg^{-1}$)**	**pH ($CaCl_2$)**	**MO ($g\ dm^{-3}$)**	**P ($mg\ dm^{-3}$)**	**K^+**	**Ca^{2+}**	**Mg^{2+}**	**Relação Ca/Mg**
					----($cmol_c dm^{-3}$)----			
0 - 10 / L1	513	5,6	55	37,2	4,8	102	32	3,2
0 - 10 / L3	527	5,8	65	61,4	1,4	133	22	6
10 - 20 / L1	601	6,0	40	5,8	2,2	78	22	3,5
10 - 20 / L3	644	5,9	49	7,2	0,9	71	12	5,9
20 - 40 / L1	731	5,9	36	2,7	1,2	56	17	3,3
20 - 40 / L3	771	5,8	43	4,8	0,9	65	13	5
40 - 80 / L1	789	5,6	27	1,0	0,7	35	11	3,2
40 - 80 / L3	795	5,4	33	1,3	0,6	41	9	4,6

L1 = Lavoura 1; L3 = Lavoura 3

O material vegetal coletado passou por uma pré-secagem à sombra, para em seguida ser submetido a secagem em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 70º C até atingir massa constante. Em seguida, o material foi triturado com auxílio de moinho, identificado, acondicionado em envelope pardo e enviado para análises laboratoriais dos nutrientes: alumínio (Al), boro (B), cálcio (Ca), cobre (Cu), enxofre (S), ferro (Fe), fósforo (P), magnésio (Mg), manganês (Mn), nitrogênio (N), potássio (K), sódio (Na) e zinco (Zn).

2.2.6. Análise de Dados

As flutuações de temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, precipitação pluviométrica e porcentagem de frutos atacados por *S. catenifer* foram plotadas para análise gráfica inicial. A análise de variância (ANOVA) foi usada para verificar diferenças nas porcentagens de ataque e produtividade ($t.ha^{-1}$) para as três lavouras avaliadas em dois anos de cultivo, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância pelo procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

Além disso, a análise de correlação linear de Pearson foi utilizada para relacionar a flutuação populacional de *S. catenifer*, baseada na porcentagem de frutos broqueados, com as variáveis meteorológicas, fauna de artrópodes coletada em armadilha e teor de nutrientes nos frutos. Já para relacionar a massa dos frutos e seu diâmetro com o número de frutos atacados e furos de penetração por *S. catenifer* foram utilizadas as análises de regressão linear e correlação.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Flutuação Populacional de *S. caternifer* e Perdas de Produção

Na Figura 1 tem-se a flutuação populacional de *S. catenifer* estimada pela porcentagem de frutos broqueados. Durante as avaliações realizadas na safra 2011/12 as lavoura 1 apresentou picos de infestação em março e de julho a agosto. A lavoura 2 em março e outro em agosto. Já a lavoura 3 apresentou um pico iniciando em julho com um máximo em agosto.

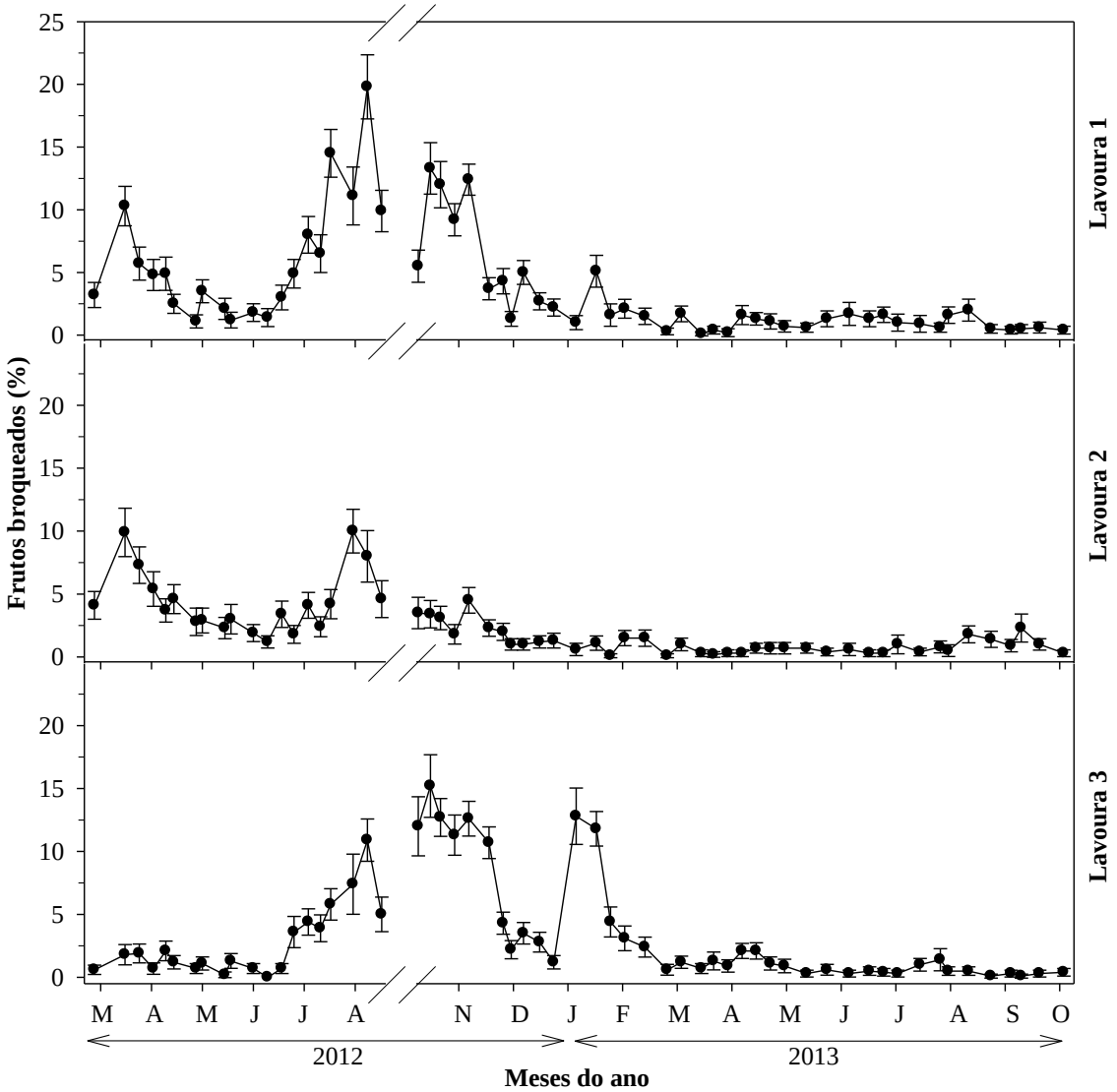

Figura 1. Flutuação populacional de *Stenoma catenifer* com base na porcentagem de frutos broqueados, em lavouras de abacate comercial. Rio Paranaíba-MG, 2012/13.

Já na safra 2012/13, a flutuação populacional sofreu grande alteração em relação a safra anterior. Na lavoura 1, os maiores picos de infestação ocorreram em outubro e novembro de 2012. Na lavoura 2, um discreto pico em novembro de 2012. Já na lavoura 3, os picos ocorreram em outubro e novembro, voltando a se repetir em janeiro de 2013.

Nava et al. (2005b) estudaram a flutuação populacional de *S. catenifer* na cultivar Margarida, em São Tomás de Aquino, MG, durante duas safras 2001/02 e 2002/03, e observaram que a infestação foi menos frequente durante os estágios iniciais do desenvolvimento dos frutos (dezembro, janeiro e fevereiro), mas aumentou próximo a colheita e o maior percentual de ataque ocorreu a partir de junho. Picos populacionais próximo a colheita, a partir de junho também foram observados em nosso trabalho, mas somente na primeira safra (2011/12). No trabalho de Hohmann et al. (2003) com a cultivar Margarida em Cambé, PR, na safra 2001/2002, observaram um pico de ataque em junho que se manteve elevado até setembro.

Já em outra localidade, Arapongas, PR, os mesmos autores observaram elevada porcentagem de frutos atacados desde janeiro até setembro com maiores picos em janeiro, junho e julho. Os ataques de *S. catenifer* concentrados no inicio da safra 2012/2013 podem ser um reflexo da infestação no final da safra passada.

Há relato, na Venezuela, demonstrando que a infestação pode chegar a até 80% dos frutos broqueados (Boscán de Martínez & Godoy, 1982). Hohmann et al. (2003) relatam mais de 50% de frutos atacados em Arapongas e mais de 40% em Cambé. Nava et al. (2005b) relatam que a porcentagem de frutos infestados na primeira safra (2001/02) foi de aproximadamente 60% e uma queda para 11% na segunda (2002/03). Em nossa avaliação, a infestação máxima foi próxima de 20% na safra 2011/12 na lavoura 1.

Os picos populacionais na safra 2011/12 coincidiram com os períodos de estiagem, refletindo em umidade relativa do ar menor que 88,3% e chegando a 63,8% no final da safra em julho de 2012. Entretanto, a temperatura em março variou de 21,5 a 19,4ºC e em julho de 19 a 15,2ºC. Já radiação solar máxima registrada nos picos de infestação da primeira safra foi em torno de 205 $J.m^{-2}.s^{-1}$. Na safra 2012/13, as maiores infestações de *S. catenifer* ocorreram em períodos chuvosos, sendo que em novembro registrou-se 217,4 mm de chuva. Também foi observada a intensidade de chuva de 120 mm em janeiro de 2013 no pico populacional deste ano. A umidade relativa do ar nesses períodos chegou a 91% e a temperatura variando de 20,5 a 23,1ºC. Já a radiação no início da safra em novembro variou de 108,3 a 302,3 $J.m^{-2}.s^{-1}$ e em janeiro variou de 175,6 a 239,9 $J.m^{-2}.s^{-1}$ (Figura 2).

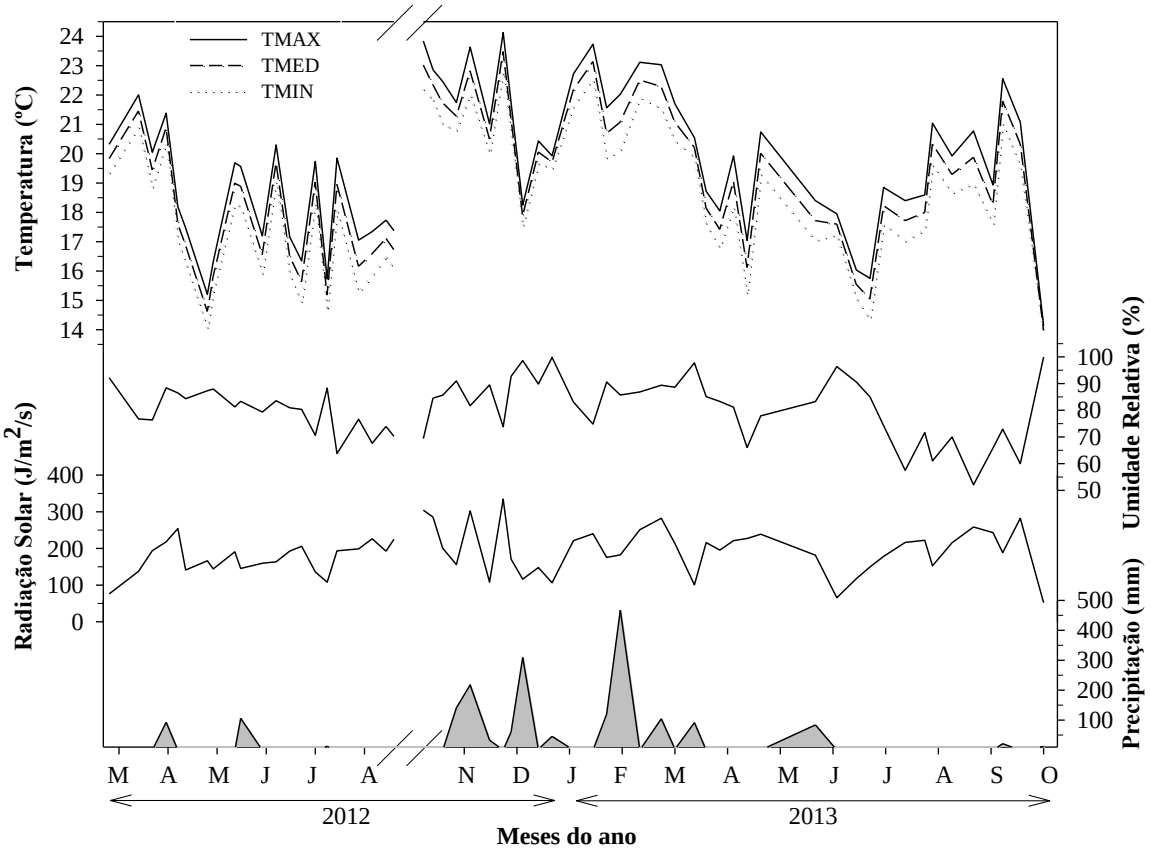

Figura 2. Variação sazonal da temperatura (ºC) máxima (TMAX), média (TMED) e mínima (TMIN), umidade relativa (%), radiação solar ($J.m^{-2}.s^{-1}$) e precipitação pluviométrica (mm/dia). Rio Paranaíba-MG, 2012/13.

Na colheita da safra 2011/12, a porcentagem de frutos broqueados por *S. catenifer* variou da seguinte forma, as lavouras 1 (7,96%) e 2 (6,53%) foram as tiveram as maiores perdas e a lavoura 3 (0,86%) a menor. Os dados de produtividade demonstram que a lavoura 3 foi superior as demais, tendo uma produtividade cerca de 1,65 e 2,52 vezes maior que as lavouras 1 e 2, respectivamente. Já na safra 2012/13, produção na lavoura 3 foi inexpressiva. A porcentagem de frutos broqueados nas lavouras 1 e 2 não apresentaram diferenças significativa. Entretanto, a produtividade na lavoura 2 foi superior a de 1, isso equivale a dizer que a produtividade da lavoura 1 correspondeu a 81% da lavoura 2 (Tabela 2).

Os resultados indicam uma sazonalidade de produção no abacateiro entre as duas safras avaliadas. Além disso, existe uma tendência de que esta sazonalidade seja maior com o aumento do número de plantas por hectare. Pode ser observado também que na safra 2011/12 a lavoura 2 estava em período de baixa produção (menor produtividade)

enquanto a lavoura 3 estava em período de alta produção, já na safra seguinte essa situação se inverte e demonstra o efeito da alta produção de uma safra na próxima.

Tabela 2. Porcentagem média de frutos broqueados por *Stenoma catenifer* e produtividade média em cultivos comerciais de abacateiro sob diferentes densidades de plantas. Rio Paranaíba - MG, 2012/13.

Época	Variável	Lavoura 1 *	Lavoura 2	Lavoura 3
2011/12	Perdas (%)	7,96a	6,53a	0,86b
	Produtividade (t/ha)	29,03b	18,98c	47,91a
2012/13	Perdas (%)	0,47a	0,42a	0,05b
	Produtividade (t/ha)	34,28b	42,40a	0,55c

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p<0,05$. Nº = Número.

Estudos anteriores não mostraram uma influência aparente da densidade de plantas sobre o ataque da praga, como visto em lavouras com densidade de 67 plantas ha^{-1}, cultivar Margarida, onde foram obtidas porcentagens de frutos danificados de 42 e 60% e em densidade de plantas de 100 plantas ha^{-1}, 53% de frutos atacados (Hohmann et al., 2003; Nava et al., 2005b). Entretanto, em nosso trabalho o plantio mais adensado, com 156 plantas ha^{-1}, apresentou a menor porcentagem de perdas por frutos broqueados mostrando que há uma influência negativa no ataque de *S. catenifer* em abacateiro com densidades de plantas maiores.

Essa diferença de perdas na primeira safra entre a lavoura 3 e as demais também pode ser atribuída ao fator consórcio com a fruteira lichia (*L. chinensis*), que acaba por diversificar o ambiente. Isso pode indicar que há controle cultural exercido pela densidade de plantas e/ou consórcio com outra fruteira. A diversidade de plantas tem sido manipulada em alguns agroecossistemas como estratégia para redução do ataque de insetos herbívoros (Altieri et al., 2003). Menores densidades de pragas consideradas preferenciais da cultura do milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e do feijoeiro *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) foram encontradas em cultivos consorciados dessas culturas (Bastos et al., 2003). Além disso, a abundância de adultos

de *Bemisia tabaci* (Hemiptera:Aleyrodidae) foi menor em tomateiro consorciado com coentro (Togni et al., 2009).

Para verificar o efeito das condições meteorológicas com o ataque de *S. catenifer* utilizou-se a análise de correlação. Verificou-se que a umidade relativa do ar tem efeito negativo sobre a porcentagem de frutos broqueados na lavoura 2 e essa resposta também ocorre quando se compara o ataque total com as variáveis climáticas (Tabela 3). De fato observa-se que houve uma queda na umidade relativa do ar no início de julho de 2012, que se manteve relativamente baixa até agosto e uma nova queda entre janeiro e fevereiro de 2013, que coincidiram com pico populacional julho/agosto de 2012, nas lavouras 1, 2 e 3, e entre janeiro e fevereiro de 2013 nas lavouras 1 e 3 (Figuras 1 e 2). Apesar da significância a correlação não foi forte, devido ao baixo valor do coeficiente de correlação.

Tabela 3. Correlação entre a porcentagem de frutos broqueados e a variáveis meteorológicas. Rio Paranaíba-MG, 2012/13.

Área	Correlação	r	P
Lavoura 2	Frutos broqueados (%) x UR	-0,29	0,022
Lavoura 3	Frutos broqueados (%) x TMAX	0,42	0,001
	Frutos broqueados (%) x TMED	0,42	0,001
	Frutos broqueados (%) x TMIN	0,41	0,001
	Frutos broqueados (%) x RAD	0,31	0,017
Lavoura 1	Frutos broqueados (%) x TMAX	0,18	0,015
+	Frutos broqueados (%) x TMED	0,17	0,023
Lavoura 2	Frutos broqueados (%) x TMIN	0,16	0,032
+	Frutos broqueados (%) x UR	-0,18	0,017
Lavoura 3	Frutos broqueados (%) x RAD	0,20	0,007

TMAX = temperatura máxima; TMED = temperatura média; TMIN = temperatura mínima; UR = umidade relativa; e RAD = radiação solar.

O inseto pode sofrer influência da umidade, a qual se manifesta por meio da precipitação (ação direta), como por exemplo, lavagem de ovos, interferir na permanência de adultos ou fases jovens na planta ou indireta na manifestação de umidade relativa do ar (Gallo et al., 2002, Gullan & Cranston, 2008). A umidade relativa é influenciada diretamente pela precipitação. Sendo assim, apesar de não haver correlação significativa entre a precipitação e porcentagem de frutos broqueados, essa

relação pode ser indireta pela umidade relativa do ar, que de modo geral, apresentou correlação negativa e significativa. Os picos populacionais foram observados após os períodos de estiagem.

A *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) uma das principais pragas do pessegueiro tem baixa ocorrência quando a umidade está reduzida, fator que contribuí para essa resposta, pois pela análise de correlação foram obtidas correlações positivas com a umidade relativa do ar e precipitação, diferentemente do que foi observado no presente trabalho (Cividanes & Martins, 2006). Cada espécie tem a sua faixa de umidade ótima. Entretanto, o baixo teor de umidade relativa do ar pode afetar a fisiologia do inseto e, consequentemente, o desenvolvimento pode ser retardado, mas em condições de umidade em excesso os insetos e seus ovos podem se afogar ou serem mais facilmente infectados por entomopatógenos (Gullan & Cranston, 2008).

Para a lavoura 3 e para o conjunto das três lavouras houve uma correlação positiva e significativa entre porcentagem de frutos broqueados com as três faixas de temperatura (máxima, média e mínima) e radiação solar (Tabela 3). Para as três faixas de temperatura percebe-se que a redução do pico populacional ocorrido após meados de maio de 2012, coincide com uma queda de temperatura, e o pico populacional entre janeiro e fevereiro de 2013, observado principalmente na lavoura 3, coincide com o aumento da temperatura. A interferência da temperatura ocorre diretamente no desenvolvimento da população dos insetos, restringindo ou acelerando suaa taxa de crescimento e desenvolvimento (Gullan & Cranston, 2008).

Para *S. catenifer*, Nava et al. (2005a) observaram que a duração da fase ovo na faixa térmica de 18 a 30ºC foi de 9,9 a 4,1 dias, respectivamente e que a 32ºC a viabilidade foi reduzida significativamente. Para as fases de lagarta e pupa nas temperaturas de 28 e 30ºC, o tempo de duração das fases foram iguais. Entretanto, a 30ºC a sobrevivência foi reduzida significativamente. A duração total do ciclo biológico aumentou com a diminuição da temperatura, variando de 69,5 dias à 18ºC e 31,4 dias em 30ºC, no entanto, a viabilidade total foi superior a 52,3%, exceção a temperatura de 30ºC, que a viabilidade foi de 28,7%. Assim esses autores concluíram que temperaturas altas (superiores a 30ºC) são prejudiciais ao desenvolvimento de *S. catenifer*. Considerando o limiar máximo de 28ºC para *S. catenifer*, relatado por Nava et al. (2005a), nota-se pela Figura 2 que a temperatura se manteve adequada para o desenvolvimento desta praga na área de estudo. E o limiar mínimo de 18ºC, ocorreram períodos com temperaturas inferiores, no entanto, não se sabe os efeitos referentes da

temperatura inferior a esse limiar poderia causar, além do aumento do ciclo biológico da praga.

A radiação solar pode afetar as condições ambientais locais. A cultivar Margarida sob sistema de plantio mais adensado, 156 plantas ha^{-1}, apresenta crescimento mais verticalizado em comparação às menores densidades, e pelo maior número de plantas na área cobre melhor a entrada de radiação solar no dossel, cobre melhor o solo e dificulta a circulação do ar. Assim a arquitetura das plantas de abacate afeta o microclima de cada lavoura de forma diferente. Deste modo, as condições de microclima diferentes formados dentro das lavouras pode ter levado a intensidade de ataques diferentes e isso é reforçado pela análise de correlação que apresentou respostas diferentes entre as lavouras para a relação ataque e dados climáticos. Isso demonstra que as condições dentro de cada lavoura não foram as mesmas medidas fora. Fato abre uma nova discussão para os estudos de flutuação populacional.

2.3.2. Levantamento da Fauna de Artrópodes

Além da variação das condições, as interações ecológicas do organismo praga com outros organismos são determinantes para a regulação de sua densidade populacional. No levantamento da fauna de artrópodes associada ao abacateiro foram identificados formigas, coleópteros e aranhas, com o objetivo de buscar relação destes com o ataque de *S. catenifer*. Foram coletadas 11 espécies da família Formicidae, 61 da ordem Coleoptera e 13 da ordem Araneae.

Procedeu-se a correlação linear entre a porcentagem de frutos broqueados e espécies coletadas ao longo do período experimental. No entanto, na Tabela 4 são apresentadas somente as correlações significativas em relação às espécies e as demais correlações com os grupos de aranhas, formigas e coleópteros.

Para o grupo de aranhas a correlação com frutos broqueados não foi significativa. Já para as espécies de aranhas separadamente, houve correlação positiva e significativa com *Trochosa gulosa* (Araneae: Lycosidae), entre frutos broqueados na lavoura 1, já na lavoura 2 com uma morfoespécie da família Nesticidae. O somatório de frutos broqueados nas lavouras 1 e 2 apresentou corelação positiva com *Trochosa gulosa* e Nesticidae sp.1. Estudando a interação entre a fauna de aranhas e a mariposa da videira *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae), Addante et al. (2003) observaram que há uma relação significativa entre a população do inimigo natural e da praga na fase adulta, mas essa relação não foi observada com a praga na fase de lagarta, sugerindo que as lagartas, provavelmente, não são presas importantes na dieta das aranhas.

Tabela 4. Correlação entre as espécies de formigas, coleópteros, aranhas e total de formigas, coleópteros e de aranhas capturados em armadilha pitfall e porcentagem de frutos broqueados por *Stenoma catenifer*. Rio Paranaíba 2012/13.

Lavoura	Variáveis			r	P
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados*	X	Aranhas totais	-0,02	0,915
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Trochosa gulosa*	0,46	0,001
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	Formigas totais	-0,31	0,031
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Pachycondyla* sp.1	-0,28	0,048
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Pseudomyrmex* sp.1	0,46	0,001
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	Coleópteros totais	-0,38	0,007
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Carpelimus* sp.1	-0,29	0,040
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Dichotomius bicuspis*	-0,37	0,010
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Litocharodes* sp.1	-0,30	0,038
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Loxandrus* sp.2	-0,31	0,028
Semi-adensada (L1)	Frutos broqueados	X	*Selenophorus poeciloides*	-0,30	0,035
Não adensada (L2)	Frutos broqueados	X	Aranhas totais	0,10	0,481
Não adensada (L2)	Frutos broqueados	X	Nesticidae sp.1	0,39	0,005
Não adensada (L2)	Frutos broqueados	X	Formigas totais	-0,05	0,711
Não adensada (L2)	Frutos broqueados	X	Coleópteros totais	-0,25	0,084
Não adensada (L2)	Frutos broqueados	X	*Selenophorus poeciloides*	-0,32	0,026
L1 + L2	Frutos broqueados	X	Aranhas totais	-0,14	0,326
L1 + L2	Frutos broqueados	X	Nesticidae sp.1	0,36	0,010
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Trochosa gulosa*	0,30	0,036
L1 + L2	Frutos broqueados	X	Formigas totais	-0,14	0,326
L1 + L2	Frutos broqueados	X	Coleópteros totais	-0,31	0,033
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Carpelimus* sp.1	-0,29	0,040
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Dichotomius bicuspis*	-0,31	0,031
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Euconus* sp.1	-0,28	0,054
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Melanophthalma* sp.1	-0,28	0,054
L1 + L2	Frutos broqueados	X	*Selenophorus poeciloides*	-0,33	0,021

L1 = lavoura 1. L2 = lavoura 2. *Frutos broqueados em porcentagem (%)

No caso do abacate, as lagartas de *S. catenifer* continuam seu desenvolvimento mesmo em frutos caídos, mas quando estão prestes a passar para a fase de pupa, podem deixar os frutos e ir para o solo, sob detritos de folhas à profundidade de 0,5 a 1,5 cm

(Hohmann & Meneguim, 2006). Isso proporciona o acesso desta praga aos predadores viventes na serrapilheira. A aranha *Hogna* sp. (Araneae: Lycosidae) é um predador comum no solo de pomares de abacate na Guatemala, sendo relatada como potencial inimigo natural de larvas, pupas e adultos de *S. catenifer* (Hoddle & Hoddle, 2008a). Por serem predadoras generalistas, a relação entre *S. catenifer* e as espécies de aranhas foi positiva, pois o efeito não foi isolado sobre a população da praga, caso isso tivesse ocorrido a relação seria negativa.

Para o grupo de formigas, a porcentagem de frutos broqueados foi afetada negativamente na lavoura 1, ou seja, com o aumento da população de formigas ocorre redução de frutos broqueados por *S. catenifer*. A espécie *Pachycondyla* sp.1 apresenta corelação negativa e *Pseudomyrmex* sp.1 positiva, ambas significativas. Já para a lavoura 2 e o somatório de frutos broqueados nas duas lavouras as correlações com as formigas não foram significativas. Segundo Monteiro (2008) em algodoeiro infestado *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) ou *Utethesia ornatrix* (Lepidoptera: Arctiidae), as comunidades de formigas foram dominadas pela predadora *Solenopsis invicta* e as lagartas foram o principal item da dieta da formiga *Labidus praedator*. Outros quatro lepidópteros praga, *Ascia monuste* (Pieridae), *Diaphania nitidalis* (Crambidae), *Neoleucinodes elegantalis* (Crambidae) e *Tuta absoluta* (Gelechiidae) foram relatados sendo predados por formigas quando na fase de pupa e *D. nitidalis* além desta fase também ocorre a predação de ovos (Ramos et al., 2012). A correlação negativa com *Pachycondyla* sp.1 indica que a espécie pode exercer influência na redução da praga. Espécies desse gênero foram relatadas no Brasil como predadoras de pragas como carrapato, cupins e cigarrinha-da-pastagem (Acosta-Avalos et al., 2001; Chagas et al., 2002; Sujii et al., 2004).

Segundo à classificação feita por Silvestre et al. (2003) para grupos tróficos de formigas do Cerrado, as espécies do gênero *Pseudomyrmex* patrulham solitariamente grandes áreas ao redor do ninho e podem agir como predadores de solo ou visitantes de nectários extraflorais, e dos 65 gêneros de formigas encontrados no Cerrado, o gênero *Pseudomyrmex* foi o terceiro mais abundante em termos de espécies, com 29 espécies diferentes. Apesar de serem formigas predadoras, a correlação positiva entre a porcentagem de frutos broqueados com a espécie *Pseudomyrmex* sp.1 indica que esta não exerce redução da população de *S. catenifer*.

Já o grupo de coleópteros apresenta correlação negativa com a porcentagem de frutos broqueados, exceção para a lavoura 2. As espécies separadamente, *Carpelimus* sp.1, *Dichotomius bicuspis*, *Litocharodes* sp.1, *Loxandrus* sp.2 e *Selenophorus*

poeciloides apresentaram correlação negativa e significativa com frutos broqueados na lavoura 1 e com o somatório das duas lavouras *Carpelimus* sp.1, *Dichotomius bicuspis*, *Euconus* sp.1, *Melanophthalma* sp.1 e *Selenophorus poeciloides*. Na lavoura 2, a espécie *Selenophorus poeciloides* tem impacto negativo sobre a porcentagem de frutos broqueados. Três das espécies que apresentaram correlação negativa com frutos broqueados pertencem a família Staphylinidae (*Carpelimus* sp.1, *Euconus* sp.1, *Litocharodes* sp.1) e duas a família Carabidae (*Loxandrus* sp.2, *Selenophorus poeciloides*). Coleópteros destas famílias ocorrem em muitos agroecossistemas e são conhecidos como predadores generalistas. Monitorando pomares de citros na Espanha, Urbaneja et al. (2006) observaram que os predadores mais abundantes no solo foram, em ordem decrescente, pertencentes às famílias Formicidae, Staphylinidae, Araneae, Carabidae. Já pomares de maçã também na Espanha os predadores mais abundantes no solo foram, em ordem decrescente, Carabidae, Araneae, Formicidae e Staphylinidae (Miñarro et al., 2009). Segundo Miñarro et al. (2009) as capturas de predadores em geral foram menores sob a cobertura morta no solo. Essa cobertura também reduziu a abundância da família Carabidae, mas aumentou as capturas da Staphylinidae. Lavouras de abacate proporcionam uma densa sarrapilheira composta basicamente de folhas com espessa camada de cobertura morta favorecendo o estabelecimento de espécies da família Staphylinidae.

Já em um levantamento populacional de Carabidae e Staphylinidae realizado no Brasil, em fragmento florestal e pomar de laranja foi observado que os carabídeos representaram 91% e 86% dos indivíduos capturados, respectivamente nestes locais, e que não houve diferença na riqueza de espécies entre o fragmento florestal e pomar, mas das oito espécies consideradas dominantes quatro foram, em média, mais presentes no pomar de laranja, indicando que a presença de vegetação de cobertura no solo do pomar pode ter favorecido o estabelecimento desses predadores (Cividanes et al., 2010). Em nosso trabalho, o manejo de plantas espontâneas nas lavouras de abacate foi realizado com roçadeira acoplada ao trator, deixando sempre a superfície do solo com vegetação, possibilitando uma maior diversificação de plantas no ambiente agrícola, que contribui para o estabelecimento e manutenção dos inimigos naturais (Altieri, 2003).

Outra espécie que teve correlação negativa foi *Dichotomius bicuspis* pertencente à família Scarabaeidae, subfamília Scarabaeinae. No entanto, este inseto não é relatado como inimigo natural de pragas agrícolas. Os Scarabaeinae se alimentam de matéria orgânica em decomposição, destacam-se os besouros coprófagos como insetos benéficos de importância zootécnica (Silva & Vidal, 2007). Em relação à espécie

Melanophthalma sp.1 que também teve correlação negativa com o número de frutos broqueado, não há relatos na literatura de que família Latridiidae atue como inimigo natural. Segundo Andrews (2002), as larvas e adultos das espécies da família Latridiidae se alimentam de conídios de fungos e Myxomicetes.

Considerando a sazonalidade da praga sem um padrão entre as safras e entre lavouras com diferentes densidades de plantas, as correlações com os dados climáticos variando entre as lavouras indica que outros fatores em conjunto com os estudados são determinantes para a flutuação populacional da praga nestas lavouras, como por exemplo, o controle químico ou até mesmo o estado nutricional das plantas em cada lavoura.

2.3.3. Análise Nutricional e Desenvolvimento dos Frutos

Em relação ao estado nutricional das plantas, na Tabela 5 são apresentados os valores de correlação significativos entre a porcentagem de frutos broqueados e o teor de nutrientes. Na lavoura 1 (62 plantas.ha^{-1}), a porcentagem de frutos broqueados apresentou correlação positiva com os teores de Ca e Mg. Já a lavoura 3 (156 plantas.ha^{-1}), apresentou correlação positiva entre a porcentagem de frutos broqueados e os teores de N e Cu.

Espécies vegetais podem desenvolver mecanismos eficientes de manutenção do metabolismo, para garantir sua sobrevivência em ambientes adversos. A retranslocação de minerais é uma forma de diminuir a perda de nutrientes pelas plantas e permitir a manutenção das atividades metabólicas, principalmente em períodos sujeitos ao estresse nutricional que pode ser gerado, por exemplo, pela maior competição entre plantas em sistemas adensados (Leitão & Silva, 2004). Rathcke & Lacey (1985) comentam que a floração, frutificação e germinação requerem uma entrada de energia e nutrientes específicas e que a disponibilidade de recursos e a capacidade da planta na alocação e assimilação destes recursos podem influenciar os padrões fenológicos das espécies. Além disso, o comportamento de oviposição em lepidópteros é um processo complexo que segue as características químicas e físicas da planta hospedeira, isso influencia a seleção do local de postura dos ovos (Thompson & Pellmyr, 1991). Dentre as características químicas não só os nutrientes podem estar relacionados, os compostos secundários presentes não somente nos frutos, mas também nas folhas, podem constituir um importante fator da no comportamento de oviposição dos insetos. Portanto, um fator por si só, um nutriente ou um composto químico, não pode ser associado como o responsável por maior ou menor ataque da praga, mas sim uma parte desses fatores.

Tabela 5. Correlação entre a porcentagem de frutos broqueados e teor de nutrientes nos frutos de abacate. Rio Paranaíba-MG, 2012/13.

Área	Correlação	r	p
Lavoura 1	Frutos broqueados (%) X Ca	0,76	0,019
	Frutos broqueados (%) X Mg	0,77	0,016
Lavoura 3	Frutos broqueados (%) X N	0,85	0,004
	Frutos broqueados (%) X Cu	0,77	0,015

Segundo Prosser (1992), junto com os carboidratos, o consumo de nitrogênio afeta a performance de insetos fitófagos. Alguns estudos sobre os efeitos de diferentes doses de nitrogênio sobre a incidência e desenvolvimento de pragas, constataram que em doses maiores do nutriente há um aumento na população da praga, tanto pela maior preferência, como pela melhor eficiência na assimilação do nutriente (Leite et al., 2003, Bortoli et al., 2005). Sampaio et al. 2007 observaram aumento das injúrias provocadas por *S. frugiperda* em milho, tanto na carência quanto no excesso de nitrogênio. No entanto, trabalhando com *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) uma mosca minadora de folhas, Cruz et al. (2012) observaram que a planta bem nutrida com nitrogênio, isoladamente, ainda não garante a menor ocorrência dessa praga, não conferindo menos preferência ao feijoeiro. Esses resultados demonstram que alguns nutrientes podem aumentar a suscetibilidade da planta hospedeira ao ataque de pragas.

Diferente dos resultados encontrados em nosso trabalho, Silva et al. (2009) sugerem que doses adequadas de cálcio conferem maior resistência ao mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) à *Hypsipila grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), já que doses crescente de Ca reduziram de maneira significativa a intensidade de ataque desta praga. Já Leite et al. (2004) trabalhando com inseto sugadores, também verificaram que o ataque foi maior na deficiência de Ca.

Não foram encontradas na literatura evidências de Mg e Cu influenciando diretamente no ataque de pragas, mas isso poderia ocorrer indiretamente, já que o Ca, Mg e Cu, são absorvidos nas formas de Ca^{2+}, Mg^{2+} e Cu^{2+}, respectivamente, e tem sua absorção afetada entre si, além da presença de outros íons catiônicos como o K^{+}, NH_4^{+} e Mn^{2+} (Dechen, & Nachtigall, 2007). O cálcio, o magnésio e os micronutrientes podem influenciar na biossíntese da clorofila, já que esses nutrientes funcionam como

constituintes de estruturas orgânicas, predominantemente envolvidas na função catalítica de enzimas (Taíz & Zeiger, 2004). Dessa forma, a falta ou excesso de um ou mais destes nutrientes influencia não só o crescimento e produtividade, mas também pode afetar a resistência ou tolerância, e até mesmo a disponibilidade de recurso da planta à praga.

Além da constituição química da planta, estudos demonstram que a fenologia da planta também é um importante fator que influencia o ataque e a densidade populacional de pragas (Quirino & Soares, 2001; Toscano, et al., 2002; Machado & Garcia, 2010; Jesus et al., 2011). Outros trabalhos demonstram que não somente a fenologia da planta, mas também a fenologia do fruto é um fator importante no ataque de pragas (Ferreira, et al., 2000; Ferreira, et al., 2003; Oliveira et al., 2007).

Para a lavoura 1 (62 plantas.ha^{-1}), embora sejam significativos as regressões lineares e os coeficientes de correlação, massa de frutos não apresentou uma relação confiável com o número de furos causados por *S. catenifer* em fruto de abacate em função do baixo valor do coeficiente de determinação (R^2=0,39), enquanto que para as demais relações os valores deste coeficiente foram superiores a 50%. Entretanto, as relações entre diâmetro (mm), frutos broqueados e furos totais apresentaram coeficientes de determinação superiores a 60%, evidenciando que quanto maior o diâmetro do fruto de abacate menor é numero de frutos broqueados e o número de furos totais ocasionados por *S. catenifer* (Figura 3). Na lavoura 2 (73 plantas.ha^{-1}), essa relação foi melhor representada pela massa (g) do fruto, ou seja, quanto maior a massa do fruto menor é a porcentagem de frutos atacados e o número de furos totais (Figura 4). Já na lavoura 3 (156 plantas.ha^{-1}), a única relação selecionada foi entre a porcentagem de frutos atacados com o diâmetro do fruto (Figura 5).

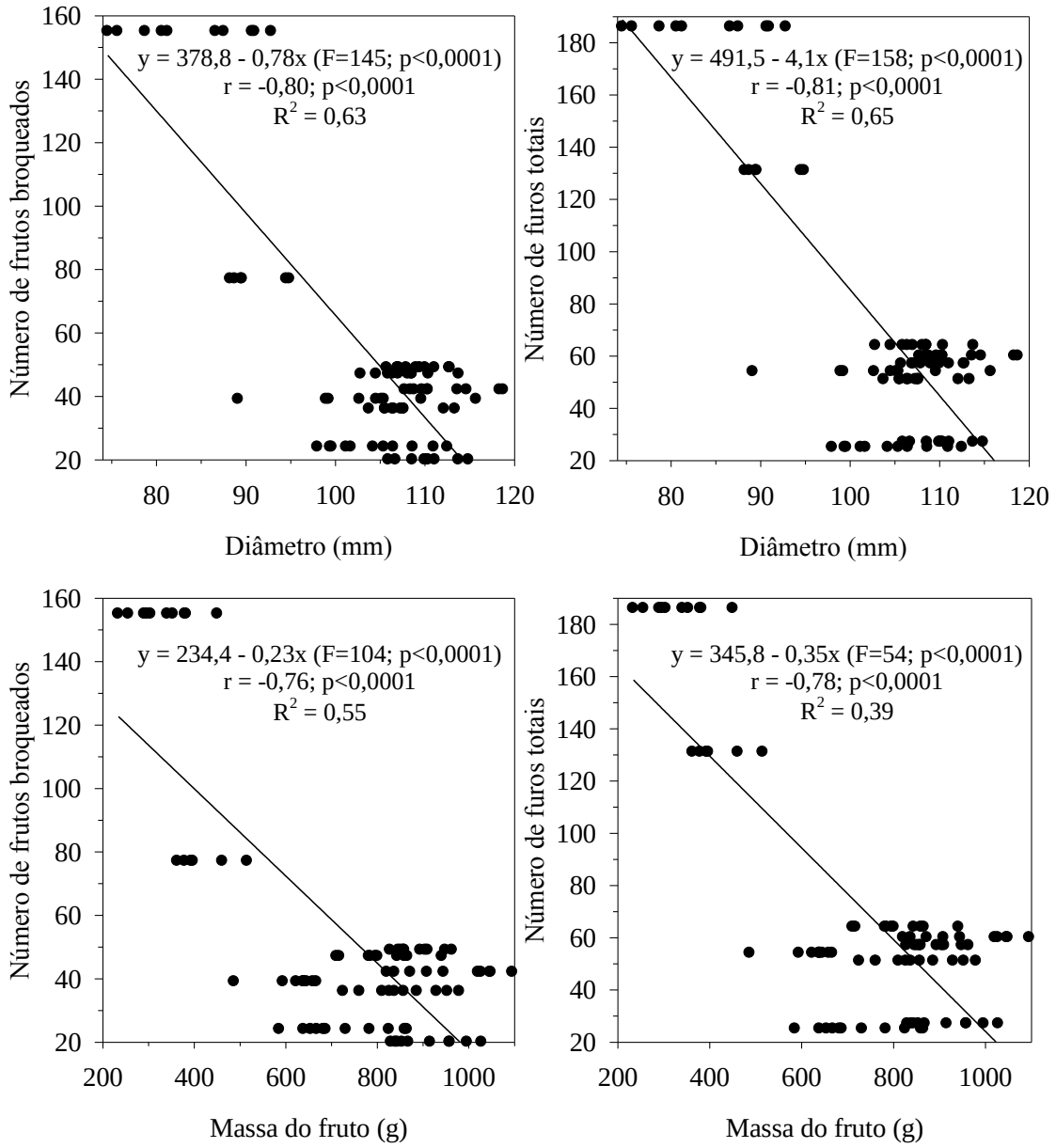

Figura 3. Número de frutos broqueados em função do diâmetro e da massa do fruto e números de furos totais em função do diâmetro e massa do fruto, na Lavoura 1. Rio Paranaíba-MG, 2013.

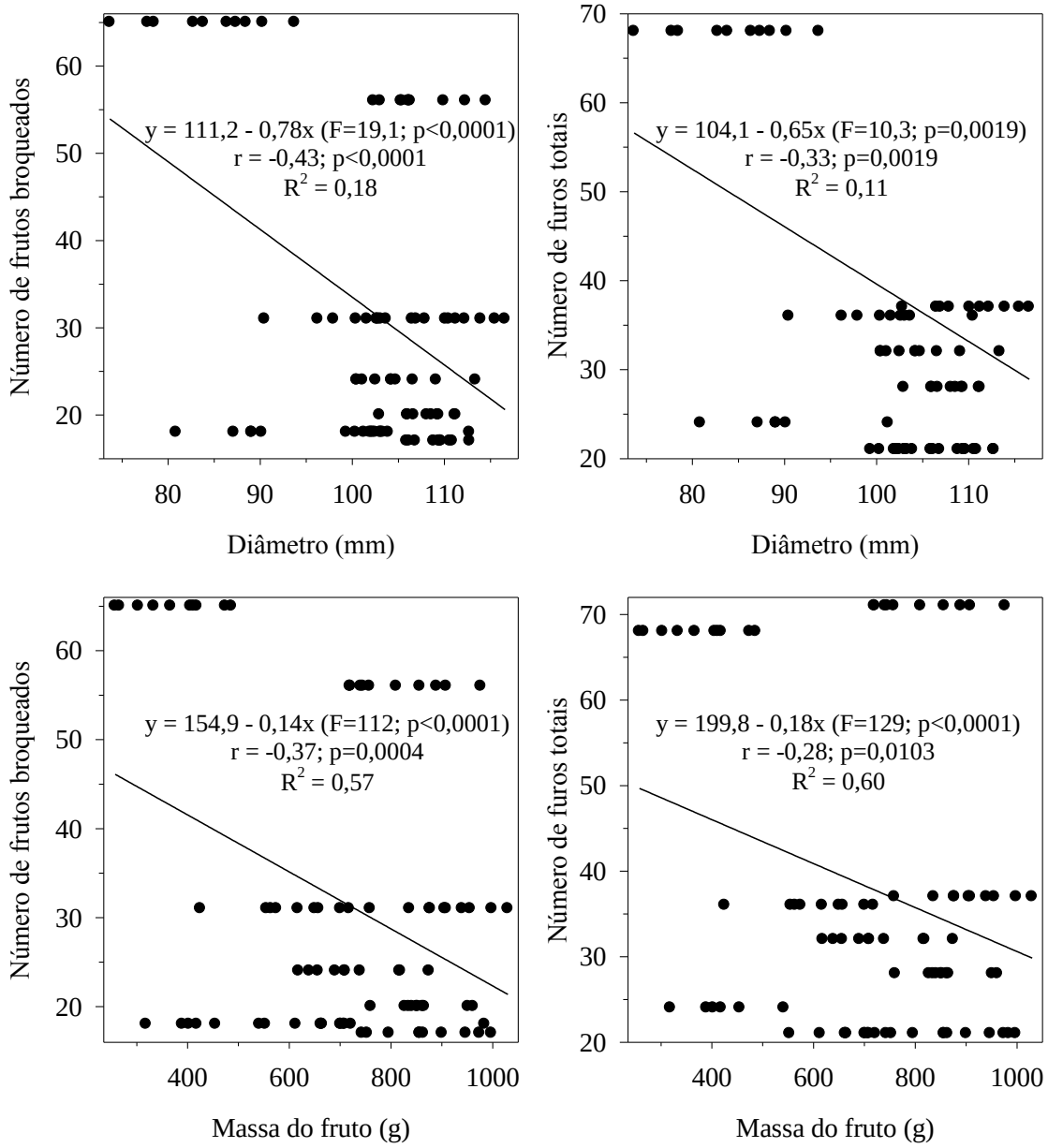

Figura 4. Número de frutos broqueados em função do diâmetro e da massa do fruto e números de furos totais em função do diâmetro e massa do fruto, na Lavoura 2. Rio Paranaíba-MG, 2013.

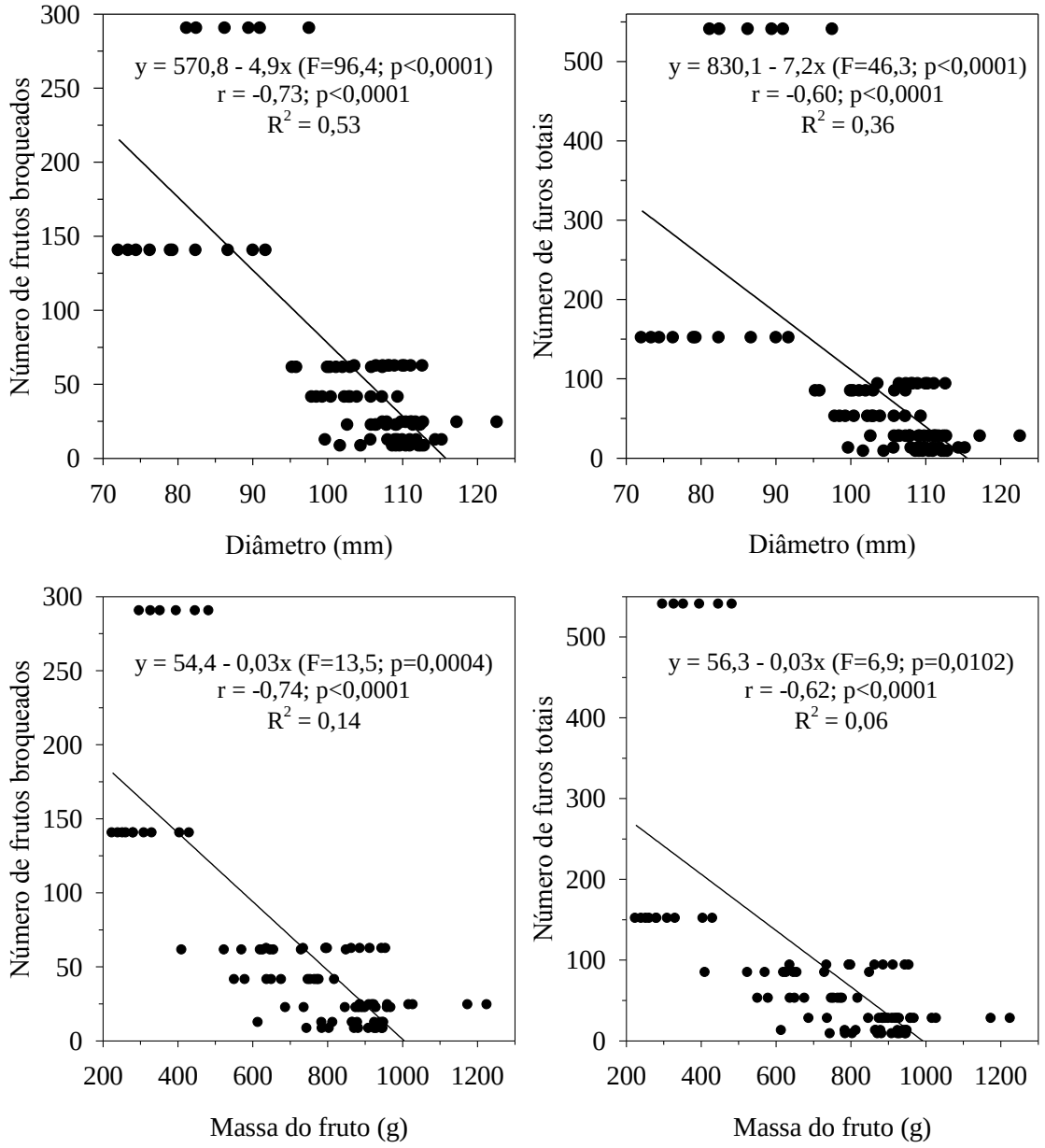

Figura 5. Número de frutos broqueados em função do diâmetro e da massa do fruto e números de furos totais em função do diâmetro e massa do fruto, na Lavoura 3. Rio Paranaíba-MG, 2013.

Isso evidencia o ataque de *S. catenifer* em abacateiro é variável durante o ciclo da cultura. E aliado a outro agravante do ataque em frutos mais jovens, como foi observado por Martínez & Godoy (1984), onde na maioria das vezes o ataque leva a queda antecipada dos frutos, comprometendo a produção sob ataque intenso, demonstrando que o cuidado com monitoramento e com as medidas de controle para *S. catenifer* em abacateiro também é variável durante o ciclo da cultura, sendo que poderiam ser indicados os estágios iniciais de desenvolvimento de fruto como os mais suscetíveis ao ataque desta praga.

No entanto, essa maior suscetibilidade dos frutos nos estágios iniciais de desenvolvimento não pode ser afirmada devido à influência exercida pelo controle químico. A avaliação do desenvolvimento dos frutos e sua relação com a praga foi realizada somente na safra 2012/13 em que houve maior número de aplicações de inseticidas durante o ciclo, 25, 22 e 19 para as lavouras 1, 2 e 3 respectivamente, em comparação com as 14 aplicações realizadas nas três lavouras na safra 2011/12. E como observado na Figura 1 os maiores picos de infestação de *S. catenifer* ocorreram no fim da primeira e início da segunda safra. Assim os ataques concentrados no inicio da safra 2012/2013 podem ser um reflexo da infestação no final da safra passada.

Assim como ocorreu em nosso trabalho na primeira safra, outros trabalhos com *S. catenifer* demonstram que a infestação foi menos frequente durante os estágios iniciais do desenvolvimento dos frutos e aumentou próximo a colheita (Hohmann et al., 2003; Nava et al., 2005b). No presente trabalho, na safra 2012/13 não houve esse aumento na infestação próximo a colheita devido provavelmente a grande quantidade de aplicação de inseticidas.

Para outras pragas como a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) em cafeeiro e a traça-dos-cachos *Cryptoblabes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae) em videira, o ataque da praga aumenta também com a maturidade dos frutos (Ferreira, et al., 2000; Ferreira, et al., 2003; Oliveira et al., 2007).

2.4. LITERATURA CITADA

ACOSTA-AVALOS, D.; ESQUIVEL, D.M.S.; WAJNBERG, E.; BARROS, H.G.P.L.; OLIVEIRA, P.S.; LEAL, I. Seasonal patterns in the orientation system of the migratory ant *Pachycondyla marginata*. **Naturwissenschaften**, v.88, p.343–346, 2001.

ADDANTE, R.; MOLEAS, T.; RANIERI, G. Preliminary investigations on the interaction between spiders (Araneae) and grapevine moth (*Lobesia botrana* (Denis et. Schiffermüller)) populations in Apulian vineyards. France: Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palearctic Regional Section (IOBC/WPRS), 2003. p.111-115. (IOBC/WPRS Bulletin, Vol. 26 (8) 2003). Disponível em: <http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2003_26_08.pdf<. Acesso em: 29 jan. 2014.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. São Paulo: Holos Editora, 2003. 226p.

ANDREWS, F.G. Latridiidae Erichson 1842. In: ARNETT, R.H.; THOMAS, M.C.; SKELLEY, P.E.J.; FRANK, H. (Eds). **American Beetles: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. New York: CRC Press, 2002. p.395-398.

BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; MOURA, M.F.; DELLA LUCIA, T.M.C.; SEMEÃO, A.A. Sampling plan for *Diaphania* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and for hymenopteran parasitoids on cucumber. **Journal of Economic Entomology**, v.99, p.2177-2184, 2009.

BASTOS, C.S.; GALVÃO, J.C.C.; PICANÇO, M.C.; CECON, P.R.; PEREIRA, P.R.G. Incidência de insetos fitófagos e de predadores no milho e no feijão cultivados em sistema exclusivo e consorciado. **Ciência Rural**, v.33, p.391-397, 2003.

BERTI FILHO, E. O controle biológico dos insetos-praga. In: CROCOMO, W.B. (Ed.) **Manejo integrado de pragas**. Editora UNESP, São Paulo, 1990. p.87-104.

BORTOLI, S.A.; DÓRIA, H.O.S.; ALBERGARIA, N.M.M.S.; BOTTI, M.V. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.267-273, 2005.

CARVALHO, J.P. **Introdução à entomologia agrícola**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 361p.

CHAGAS, A.C. de S.; FURLONG, J.; NASCIMENTO, C.B. Predation of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) tick engorged female by the ant *Pachycondyla striata* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) in pastures. **Bioscience Journal**, v.18, p.77-81, 2002.

CIVIDANES, F.J.; ARAÚJO, E.S.; IDE, S.; GALLI, J.C. Distribution and habitat preference of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in an orange orchard and a forest fragment. **Florida Entomologist**, v.93, p.339-345, 2010.

CIVIDANES, F.J.; MARTINS, I.C.F. Flutuação populacional e previsão de gerações de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em pessegueiro, *Prunus persica* (Linnaeus) Batsch. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, p.399-405, 2006.

CRUZ, W.P.; SALGADO, F.H.M.; JÚNIOR, D.F.F.; FIDELIS, R.R. Nutrição e genética na ocorrência de pragas, inimigos naturais e ataque de minadoras em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, p.74-81, 2012.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.92-132.

FERREIRA, A.J.; BUENO, V.H.P.; MORAES, J.C.; CARVALHO, G.A.; BUENO FILHO, J.S. de S. Dinâmica populacional da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) em Lavras, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p.237-244, 2000.

FERREIRA, A.J.; MIRANDA, J.C.; BUENO, V.H.P.; ECOLE, C.C.; CARVALHO, G.A. Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.422-431, 2003.

FORNAZIERI, M.; PIFFER, R.; TEIXEIRA, C.P.; ATHAYDE, M.O. 1994. **Controle da broca do fruto do abacateiro (*Stenoma catenifer* Wals.) na região serrana do estado do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1994. 2p. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 73).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.L.P.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Vol.10. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GILLHAM, F.E.M. Climate, pests and agriculture. In: UNESCO (Coord.). **Agroclimato-logical Methods**. Paris: UNESCO, 1968. p.131-138.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos**: um resumo de Entomologia. São Paulo: Roca, 2008. 456p.

HARCOURT, D.G. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.175-196, 1961.

HODDLE, M.S.; HODDLE, C.D. Aspects of the field ecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) infesting hass avocados in Guatemala. **Florida Entomologist**, v.91, p.693-694, 2008.

HOHMANN, C. L.; SANTOS, W. J.; MENEGUIM, A. M. Avaliação de técnicas de manejo para o controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Oecophoridae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.359-363, 2000.

HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M. A Broca-do-Abacate (*Stenoma catenifer*) aspectos biológicos, comportamento, danos e manejo. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), 2006. 20p. (Instituto Agronômico do Paraná. Informe da Pesquisa, 147). Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/IP147.pdf<. Acesso em: 07 jan. 2014.

HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M.; ANDRADE, E.A.; NOVAES, T.C.; ZANDONÁ, C. The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.432-435, 2003.

JESUS, F.G.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; PITTA, R.M.; CAMPOS, A.P.; TAGLIARI, S.R.A. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, v.27, p.190-195, 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LEITÃO, A.C.; SILVA, O.A. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v.55, p.127-136, 2004.

LEITE, G.L.D.; COSTA, C.A.; ALMEIDA, C.I.M. E PICANÇO, M.C. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternária em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.3, p.448-451, 2003.

LEITE, G.L.D.; ROCHA, S.L.; COSTA, C.A.; VELOSO, R.V.S. e SOARES, M.A. Efeito de adubação, de dossel e do tipo de tutoramento no ataque de pragas em maxixe-do-reino. **Revista Universidade Rural**, v.24, p.73-80, 2004.

LUFF, M.L. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. **Oecologia**, v.19, p.345-357, 1975.

MACHADO, R.C.M..; GARCIA, F.R.M. Levantamento de pragas e inimigos naturais ocorrentes em lavoura de arroz no município de cachoeirinha, Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v.4, p.57-68, 2010.

MARTÍNEZ, N.B.; GODOY, F.J. *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasito del taladrador del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) en Venezuela. **Agronomía Tropical**, v.32, p.319-321, 1982.

MARTÍNEZ, N.B.; GODOY, F.J. Observaciones preliminares sobre la biologia de *Stenoma Catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill). **Agronomia Tropical**, v.34, p.205-200, 1984.

MIÑARRO, M.; ESPADALER, X.; MELERO, V.X.; SUÁREZ-ÁLVAREZ, V. Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. **Agricultural and Forest Entomology**, v.11, p.133-142, 2009.

MONTEIRO, A.F.M. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em sistemas de cultivo de algodoeiro no Distrito Federal**. 2008. 86f. Dissertação

(Mestrado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2008.

MORRIS, R.F. Predictive population equations based on key factors. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v.32, p.6-21, 1963.

NAVA, D.E.; HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenoma catenifer* e comprovação do modelo em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.961-967, 2005a.

NAVA, D.E.; NEVES, A.D.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; GONÇALVES, J.C.; PARRA, J.R.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Deuterollyta majuscula* (Lep.: Pyralidae) em abacateiro (*Persea americana* MILL.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.234-236, 2004.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P. Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. **Neotropical Entomology**, v.34, p.751-759, 2005.

NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P.; COSTA, V.A.; GUERRA, T.M.; CÔNSOLI, F.L. Population dynamics of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and related larval parasitoids

OLIVEIRA, R.B.; REDAELLI, L.R.; SANT'ANA, J.; COVER, C.; BOTTON, M. Ocorrência de *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae) relacionada à fenologia da videira em Bento Gonçalves, RS. **Neotropical Entomology**, v.36, p.555-559, 2007.

PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; GUEDES, R.N.C. Seasonal mortality factors of the Coffee leafminer *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, v.97, p.421-432, 2007.

PICANÇO, M.C.; OLIVEIRA, I.R.; ROSADO, J.F.; SILVA, F.M.; GONTIJO, P.C.; SILVA, R.S. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v.56, p.67-76, 2010.

PROSSER, W.A.; SIMPSON, S.J.; DOUGLAS, A.E. How an aphid (*Acyrthosiphon pisum*) symbiosis responds to variation in dietary nitrogen. **Journal of Insect Physiology**, v.38, p.301-307, 1992.

QUIRINO, E. S.; SOARES, J.J. Efeito do ataque de *Alabama argillacea* no crescimento vegetativo e sua relação com a fenologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1005-1010, 2001.

RABINOVICH, J.E. Ecologia de poblaciones animales. Washington D.C.: OEA, 1978. 144p.

RAMOS, R.S.; PICANÇO, M.C.; SANTANA JÚNIOR, P.A.; SILVA, E.M.; BACCI, L.; GONRING, A.H.R.; SILVA, G.A. Natural biological control of lepidopteran pests by ants. Sociobiology, v.59, p.1-11, 2012.

RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review Ecology and Systematics**, v.16, p.179-214, 1985.

SAMPAIO, H.N.; BARROS, M.F.C.; OLIVEIRA, J.V.; LIMA, F.S.; PEDROSA, E.M.R. Efeito de doses de nitrogênio e potássio nas injúrias provocadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p. 219-222, 2007.

SAS. **SAS/STAT software**. Cary: Statistical Analysis System Institute. 2002.

SILVA, P.G.; VIDAL, M.B. Atuação dos escarabeídeos fimícolas (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) em áreas de pecuária: potencial benéfico para o município de Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, p.162-169, 2007.

SILVA, S.A.S.; SANTOS, M.M.L.S; SILVA, G.R.; SILVA JÚNIOR, M.L.; OHASHI, O.S.; RUIVO, M. de L.P. Efeito do cálcio no controle da *Hypsipila grandella* em mudas de mogno cultivadas em hidroponia. **Acta Amazonica**, v.39, p.273-278, 2009.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. p.113-143. In: Fernández, F. (Ed.) **Introducción a las hormigas de la Región Neotropical**. Bogotá: Acta Nocturna, 2003. 398p.

SUJII, E.R.; GARCIA, M.A.; FONTES, E.M.G.; O'NEIL, R.J. *Pachycondyla obscuricornis* as natural enemy of the spittlebug *Deois flavopicta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.607-609, 2004.

TAÍZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THOMPSON, J.N.; PELLMYR, O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.65–89, 1991.

TOGNI, P.H.B.; FRIZZAS, M.R.; MEDEIROS, M.A.; NAKASU, E.Y.T.; PIRES, C.S.S.; SUJII, E.R. Dinâmica populacional da mosca-branca em tomateiro sob monocultivo e consorcio, em cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.179-184, 2009.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; MARUYAMA, W.I. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v.31, p.631-634, 2002.

URBANEJA, A.; GARCIAMARI, F.; TORTOSA, D.; NAVARRO, C.; VANACLOCHA, P.; BARGUES, L.; CASTANERA, P. Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. **BioControl**, v.51, p.611-626, 2006.

VARLEY, C.G., GRADWELL, G.R.; HASSELL, M.P. **Insect population ecology – an analytical approach**. Berkeley: University of California, 1973. 212p.

VENTURA, M.U.; DESTRO, D.; LOPES, E.C.A.; MONTALVÁN, R. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomidae) damage in two avocado cultivars. **Florida Entomologist**, v.82, p.625-631, 1999.

CONCLUSÕES

A porcentagem de frutos broqueados por planta é semelhante ao número de furos nos frutos por planta para estimar a densidade populacional de *S. catenifer* em abacateiro, ambas podem ser utilizadas.

Em densidades de plantio menores (62 e 73 plantas ha^{-1}), amostragens no poente e no extrato mediano da copa do abacateiro são mais representativas para avaliação do ataque por *S. catenifer*. Já para densidades de plantio maiores (156 plantas ha^{-1}) a região da copa mais representativa é o ápice independe da face nascente ou poente.

O controle cultural (densidade de plantas e o consórcio com outras fruteiras) leva a uma redução no ataque de *S. catenifer*.

Os picos populacionais de *S. catenifer* são mais frequentes quando há aumento de temperatura e períodos anteriores de estiagem. Sendo que as temperaturas máxima, média e mínima e a radiação solar tem relação positiva com a flutuação populacional de *S. catenifer* e a umidade relativa tem relação negativa.

Os teores dos nutrientes nitrogênio, cálcio, magnésio e cobre têm um efeito positivo sobre o ataque de *S. catenifer*.

Entre os inimigos naturais, a aranha *Trochosa gulosa* e uma morfoespécie da família Nesticidae apresentaram uma relação positiva com o ataque de *S. catenifer*. Formigas de modo geral tem relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*, especialmente *Pachycondyla* sp.1. Coleópteros tem relação negativa com o número de frutos broqueados por *S. catenifer*.

O controle químico tem influência na redução da população de *S. catenifer*, quando comparado duas safras, uma com menor e outra com maior número de aplicações de inseticidas.