

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO PARA
Opsiphanes invirae HÜBNER, 1808 (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) EM PALMA DE ÓLEO**

**Ricardo Salles Tinôco
Engenheiro Agrônomo**

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO PARA
Opsiphanes invirae HÜBNER, 1808 (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) EM PALMA DE ÓLEO**

Ricardo Salles Tinôco
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes
Coorientador: Prof. Dr. Leon G. Higley

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2016

Tinôco, Ricardo Salles
T591d Determinação do nível de dano econômico para opsiphanes
invirae Hübner, 1808 (Lepidoptera: Nymphalidae) em palma de óleo /
Ricardo Salles Tinôco. – – Jaboticabal, 2016
xii, 52 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientador: Odair Aparecido Fernandes

Coorientador: Leon G. Higley

Banca examinadora: Paulo Roberto Silva Farias, Ivan Carlos
Fernandes Martins, Walkymário de Paulo Lemos, Alessandra de
Jesus Boari

Bibliografia

1. Palma de óleo. 2. Opsiphanes invirae. 3. Nível de dano
econômico. 4. Amazônia. 5. Pragas do dendezeiro. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:634.614

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO PARA *Opsiphanes invirae* HÜBNER, 1808 (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EM PALMA DE ÓLEO

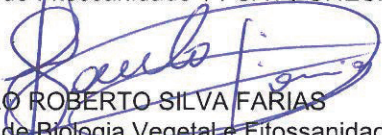
AUTOR: RICARDO SALLES TINOCO

ORIENTADOR: ODAIR APARECIDO FERNANDES

CO-ORIENTADOR: LEON G. HIGLEY

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. PAULO ROBERTO SILVA FARIAS
Departamento de Biologia Vegetal e Fitossanidade / UFRA / Instituto de Ciências Agrárias - Belém/PA


Prof. Dr. IVAN CARLOS FERNANDES MARTINS
Universidade Federal Rural da Amazônia / Capanema/PA


Pesquisador Dr. WALKYMÁRIO DE PAULO LEMOS
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental / EMBRAPA / Belém/PA


Pesquisadora Dra. ALESSANDRA DE JESUS BOARI
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental / EMBRAPA / Belém/PA

Jaboticabal, 05 de agosto de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RICARDO SALLES TINÔCO, filho de Marcelo Ferreira Tinôco (*in memoriam*) e Magdala Salles Tinôco, nasceu em Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil no dia 15 de março de 1973. Estudou ensino fundamental no Colégio Militar de Belo Horizonte, concluiu o ensino médio pelo DESU de Belo Horizonte. Em março de 2001, ingressou no curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal de Minas Gerais, Campus NCA-Montes Claros, Minas Gerais. Em 2002 transferiu-se para a Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concluindo o curso em outubro de 2006. Durante a graduação, entre agosto de 2004 e setembro de 2006, foi bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Acarologia pelo CNPq trabalhando com controle biológico. Em outubro de 2006, iniciou o Mestrado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, defendendo a dissertação em setembro de 2008 com o título "Inimigos naturais e lepidópteros desfolhadores associados a *Elaeis guineensis* Jacq., na Agropalma, Amazônia Brasileira. Ainda como mestrando, em julho de 2008, iniciou sua atividade no Grupo Agropalma, município de Tailândia, PA, desenvolvendo a função de Chefe de Departamento do Controle Fitossanitário e Pesquisa. Atualmente ocupa o cargo de Gerente de Fitossanidade e Pesquisa do Grupo Agropalma, sendo responsável técnico por mais de 50 mil hectares plantados de Palma de Óleo coordenando um grupo de técnicos e engenheiros em pesquisas e manejo integrado de pragas e doenças dessa cultura. Em agosto de 2012 iniciou o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal, SP, na modalidade de doutorado interinstitucional (DINTER), na linha de pesquisa Manejo Integrado de Pragas, sob a orientação do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes.

EPÍGRAFE

“Coragem coragem se o que você quer é aquilo que pensa e faz, coragem coragem
eu sei que você pode mais, muito mais.”

Raul Seixas

DEDICATÓRIA

Àquele que é fonte da vida e da sabedoria, por ter-me me concedido gratuitamente e na medida certa, ambas.

Agradeço

Ao meu Pai, Marcelo Ferreira Tinôco (in memoriam), por me conceder a vida e minha Mãe Magdala Salles Tinôco, que sempre acreditou na minha capacidade e lutou para que essa se potencializasse, mesmo nos momentos mais difíceis. Sem ela esta realização nunca teria se concretizado e a ela devo tudo o que sou.

Dedico

À mulher da minha vida e esposa Ana Paula Fantini Salles, meus filhos Luísa Lemos Fantini Valério e Pedro Lemos Fantini Tinôco pela compreensão por minha ausência, pelo carinho, amor e paciência incondicionais.

À minha irmã Cristiane Salles Tinôco e à minha afilhada Cecília e ao meu cunhado Diego Fonseca pelo exemplo, cooperação, amizade e carinho.

Ofereço

A todos que de alguma maneira acreditaram no meu potencial e me apoiaram direta ou indiretamente.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus Jaboticabal e ao Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade de aperfeiçoamento, crescimento profissional e pessoal.

A Agropalma que possibilitou a realização do mestrado; pelo financiamento da bolsa de pesquisa. Aos Diretores Sr. Joel Buecke, Sr. Hilário Freitas e Sr. Marcello Brito por acreditarem e apoiarem o projeto e pela oportunidade de participar da equipe Agropalma.

Ao Professor Odair Aparecido Fernandes, orientador deste trabalho, a quem muito admiro e respeito pela paciência dispensada e pelos valiosos ensinamentos e oportunidades oferecidas, além da confiança e amizade construídas ao longo do nosso convívio.

Aos Professores Dr. Antônio Carlos Busoli, Dr. Ricardo Antonio Polanczyk, Dr. Guilherme Duarte Rossi e Dr. Daniel Júnior de Andrade pela participação na banca de qualificação e pelas sugestões e oportunidade de crescimento.

Aos Professores, Dr. Sérgio Antonio De Bortoli, Dr. Arlindo Boiça, Dr. Marcelo Ferreira Costa, Dr. José Carlos Barbosa pelas aulas ministradas, amizade, dedicação, cooperação, orientação e ajuda.

Ao Professor Paulo Farias, por acreditar em mim e pela oportunidade oferecida de concretizar um sonho Doutorado em entomologia e aos colegas do Dinter por sugestões, indicações e esclarecimentos.

Aos amigos e colegas Carlos “Maracanã”, Sebastião Sinimbú, Gilson Sanchez Chia, Patrícia Maia, Karjoene Cassimiro, John Saldarriaga Ausique, José Malta de Souza, Ana Carmem, Enilson, Gelquinho, Juarisandro e Elielson Lobo que possibilitaram este trabalho dando assistência na coleta de dados e fotografias; e aos demais colegas e colaboradores do Laboratório de Fitossanidade da Agropalma que me acolheram e apoiaram durante todo o trabalho.

Aos funcionários da FCAV/UNESP, em especial a Sra. Lígia Dias Tostes Fiorezzi, Sra. Márcia Luciana Natareli dos Santos, Sr. Diego Henrique Mafra e Sra. Branca Rochidale Jose pelos serviços prestados com eficiência, principalmente nas horas de imprevistos.

Aos colegas e amigos do Departamento de Fitossanidade, FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal que vivenciaram todo o trabalho, apoiando e compartilhando do projeto.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A Palma de Óleo	3
2.1.1 Importância econômica e aspectos botânicos	3
2.1.2 Processos fisiológicos da Palma de Óleo.....	6
2.2 Principais Pragas da Palma de Óleo com ênfase em desfolhadores.....	8
2.2.1 <i>Opsiphanes invirae</i>	11
2.2.2 <i>Brassolis sophorae</i>	14
2.3 Desfolha e produção em Palma de Óleo.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local.....	18
3.2 Processos fisiológicos relacionados à desfolha	18
3.3 Consumo foliar e largura da cápsula cefálica de <i>O. invirae</i>	20
3.4 Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo.....	22
3.4.1 Limiar de Ganho (GT).....	22
3.4.2 Percentagem de potencial total de produção equivalente ao Limiar de Ganho	23
3.4.3 Percentagem de área foliar que precisa ser removida para causar a percentagem de perda na produção.....	23
3.4.4 Quantidade absoluta de tecido foliar equivalente a percentagem de desfolha calculada em 3.4.3	23
3.4.5 Número de insetos necessários para consumir a área foliar correspondente (NDE).....	24
3.5 Desfolha artificial simulando dano ocasionado por lagartas.....	24
3.6 Análise dos dados.....	25
4 RESULTADOS	26
4.1 Processos fisiológicos relacionados à desfolha	26
4.2 Consumo foliar de <i>O. invirae</i> e medida da cápsula cefálica por ínstar.....	28
4.3 Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo.....	29
4.3.1 Limiar de Ganho (GT).....	29

4.3.2	Percentual de potencial total de produção equivalente ao Limiar de Ganho	30
4.3.3	Percentagem de área foliar que precisa ser removida para causar a percentagem de perda na produção equivalente ao Limiar de Ganho	30
4.3.4	Quantidade absoluta de tecido foliar equivalente a percentagem de desfolha	30
4.3.5	Número de insetos necessários para consumir a área foliar correspondente (NDE)	30
4.4	Desfolha artificial simulando injúria ocasionadas por lagartas desfolhadoras ..	31
5	DISCUSSÃO	33
5.1	Processos fisiológicos relacionados à desfolha	33
5.2	Consumo foliar de <i>O. invirae</i> e largura da cápsula cefálica por ínstar	35
5.3	Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo	36
5.4	Desfolha artificial simulando dano ocasionado por lagartas	37
6	CONCLUSÕES	40
7	REFERÊNCIAS	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Efeito da desfolha causada por larvas de <i>B. sophorae</i> L. (Lepidoptera: Nymphalidae) e artificial nos parâmetros fotossintéticos (\pm EPM) de híbridos interespecíficos de palma de óleo (<i>Elaeis oleifera</i> Cortés X <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).	27
Tabela 2: Consumo foliar, dias de consumo e medida da cápsula cefálica (\pm EPM) por ínstar de <i>O. invirae</i> em palma de óleo.	29
Tabela 3: Valores atualizados em junho de 2016 para o custo de controle de desfolhadores por hectare nas condições da Agropalma.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Opsiphanes invirae</i> nas fases: ovo recém eclodido (a); ovo aos quatro dias (b); lagarta de primeiro ínstar (c); segundo ínstar (d); terceiro ínstar (e); quarto ínstar (f); quarto ínstar trocando a cápsula cefálica (g) quinto ínstar ínstar (h), pupa jovem (i); pupa meia idade (j); pupa madura (l); adulto com asas abertas (m) e adulto vista lateral (n).	13
Figura 2. <i>Brassolis sophorae</i> : massa de ovos (a); lagartas em trilha de forrageamento (b); abrigo contendo lagartas de <i>B. sophorae</i> feito com folhas de palma de óleo (c); pupas (d); adulto com asas abertas (e); desfolha causada por <i>B. sophorae</i> (f).	16
Figura 3. Mapa de localização de áreas da Agropalma, áreas próprias, produtores independentes e agricultura familiar.....	18
Figura 4. Adultos de <i>Opsiphanes invirae</i> : vista lateral (a) e vista com asas abertas (b) e armadilha utilizada na captura contendo adultos no interior (c).	20
Figura 5. Seções de folhas de palma de óleo imersas em solução de hipoclorito de sódio à 1% (a) e sobre papel toalha para secagem (b); arquivo de imagem das folhas oferecidas e após o consumo para leitura em software (c); assepsia diária feita na criação para retirada de excrementos (d)	22
Figura 6. Níveis de desfolha adotados para simulação da injúria de <i>O. invirae</i> em palma de óleo.....	24
Figura 7. Parâmetros de troca gasosa obtidos num único folíolo de palma de óleo ao longo do tempo, antes e depois de uma injúria artificial, à temperatura ambiente.	27
Figura 8. Parâmetros de troca gasosa obtidos num único folíolo de palma de óleo ao longo do tempo, antes e após a injúria artificial a alta temperatura.....	28

Figura 9. Relação entre níveis de desfolha e peso total de cachos em palma de óleo em área com irrigação complementar (P=0,0557)	32
Figura 10. Relação entre níveis de desfolha e peso total de óleo em palma de óleo em área com irrigação complementar (P=0,0531)	32
Figura 11. Relação entre níveis de desfolha e número de cachos verdes na planta em área sem irrigação complementar (P=0,0492)	32

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO PARA *Opsiphanes invirae* HÜBNER, 1808 (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EM PALMA DE ÓLEO

RESUMO – O óleo de palma destaca-se por ser a principal fonte alimentícia de óleo vegetal liderando a produção mundial seguido da soja. Devido à escassez de estudos básicos para manejo de desfolhadores em palma de óleo, este trabalho objetivou avaliar a resposta fisiológica das plantas sob desfolha e efeito da desfolha na produção, bem como determinar o nível de dano econômico. Esse trabalho mostrou que a injúria artificial com tesoura e natural por lagartas de *B. sophorae* não resultou em efeitos no processo fisiológico das folhas remanescentes em mudas de híbrido interespecífico (*Elaeis guineensis* Jacq. X *Elaeis oleifera* [Kunth, Cortés]) e, provavelmente, as plantas responderam com mecanismos compensatórios evitando assim interromper seus processos fisiológicos evitando a perda de água, mantendo seu processo autotrófico nos tecidos remanescentes. Os resultados mostraram ainda que a desfolha ocasionada pelas lagartas e a mecânica não apresentaram diferenças e que injúrias mecânicas podem ser usadas em estudos de desfolha simulada. Com isso, justificou-se o uso de desfolha artificial para estudar seu efeito sobre a produção. Paralelamente, obteve-se o consumo de área foliar total para larvas de *Opsiphanes invirae* Hübner, que foi de 286,064 cm². O nível de dano econômico foi 5,14 e 2,98 lagartas por folha utilizando o produto Dipel[®] WP e SC, respectivamente para dados de perdas acumuladas em dois anos. Considerando apenas a injúria artificial obtida nas condições da Agropalma, o NDE utilizando Dipel[®] WP e SC foi de 3,72 e 2,15 lagartas por folha, respectivamente. Os valores atualmente adotados empiricamente para tomada de decisão pelas empresas são superiores aos valores encontrados nesse estudo, mostrando que devem ser revistos.

Palavras-chave: palma de óleo, *Opsiphanes invirae*, nível de dano econômico, Amazônia, pragas do dendezeiro.

DETERMINATION OF ECONOMIC INJURY LEVEL FOR
Opsiphanes invirae HÜBNER, 1808 (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) IN OIL PALM

ABSTRACT – Palm oil is notable for being the main food source of vegetable oil leading the world production followed by soybeans. Due to the shortage of basic studies for management of palm oil defoliators, this study aimed to evaluate the physiological response of plants under defoliation and effect of defoliation on the production, as well as to determine economic injury level. This work showed that the artificial injury using scissors and natural using *B. sophorae* larvae did not result in effects to the physiological process of the remaining leaves in interspecific hybrid seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq. X *Elaeis oleifera* [Kunth, Cortés]) and, probably, the plants responded with compensatory mechanisms avoiding interruption of the physiological processes preventing the loss of water, keeping the autotrophic process in the remaining tissues. The results also showed that the defoliation either caused by the larvae or by scissors did not show differences and mechanical injuries can be used in simulated defoliation studies. Thus, this justified the use of artificial defoliation to study its effect on production. At the same time, the consumption of total leaf area was obtained for *Opsiphanes invirae* Hübner larvae, which was 286.064 cm² and the level of economic damage to this species in oil palm. The economic injury level was 5.14 and 2.98 larvae per leaf using the product Dipel® WP and SC, respectively, using two-year loss data. Considering only the artificial injury obtained at Agropalma, the economic injury level using Dipel® WP and SC was 3.72 and 2.15 larvae per leaf, respectively. The current values empirically adopted for decision making by companies are higher than the values found in this study, showing that they must be reviewed.

Keywords: Palm oil, *Opsiphanes invirae*, economic injury level, amazon, oil palm pests.

1 INTRODUÇÃO

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jaqc.) é uma espécie da família Arecaceae de origem africana cultivada em regiões tropicais úmidas na África, Ásia e América, e representa a mais importante fonte de óleo vegetal para o consumo humano (HENDERSON; OSBORNE, 2000; WAHID; ABDULLAH; HENSON, 2004). Atualmente, mais de 80% da produção é destinada para a indústria de alimentos (MAY, 2012). Esta espécie foi introduzida no Brasil no século XVII, juntamente com o tráfico de escravos e adaptou-se bem ao clima tropical úmido do litoral baiano (BASTOS et al., 2001).

A produção brasileira de óleo de palma representa menos de 1% da produção mundial (300 mil toneladas de óleo de palma), liderada pela Indonésia e Malásia com 48,90% (25,4 milhões de toneladas) e 35,60% (18,4 milhões de toneladas), respectivamente (ABRAPALMA, 2015). Em 2014, a área cultivada no Pará foi de 126.559 hectares (IBGE-SIDRA, 2016), porém, segundo informações não publicadas e cedidas pela Associação Brasileira de Produtores de Óleo de Palma – Abrapalma, a área total incluindo as empresas associadas e não associadas além de produtores independentes e agricultura familiar no Brasil é de 207.252 hectares. Brandão e Schoneveld (2015), por outro lado, mencionaram que a área plantada com palma de óleo identificada via imagens de satélite foi de aproximadamente 250.000 hectares em 2015. Desse total, o Pará responde por 86,44% da produção nacional de cachos de palma de óleo, distribuídos em 18 municípios, dentre eles, Acará, Bonito, Castanhal, Concórdia do Pará, Igarapé-Açu, Moju, Santo Antônio do Tauá, Tailândia e Tomé- Açu, nos quais se concentram 96,44% da área plantada e 97,04% da produção do estado (REBELLO; COSTA, 2012; IBGE-SIDRA, 2016).

A Amazônia brasileira apresenta condições ambientais excelentes para o desenvolvimento da cultura, auxiliando na recuperação de áreas alteradas por ações antrópicas (FURLAN JÚNIOR; MÜLLER, 2004). A expansão dessa cultura traz benefícios econômicos e sociais para a região amazônica, fortalecendo a fixação do homem no campo e reduzindo o êxodo rural (CHIA et al., 2009). Do ponto de vista socioeconômico, gera desenvolvimento, emprego e renda para a região. Além disso, pode ser usada para o reflorestamento e a recuperação de áreas desmatadas, além de contribuir para a fixação de carbono (VIEGAS et al., 2000).

Um grande entrave para a expansão da cultura, no entanto, refere-se aos surtos populacionais de insetos-praga que, muitas vezes, tornam-se fator limitante para a produção em grande escala (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; LEMOS; BOARI, 2010). Além da reduzida disponibilidade de produtos registrados (químicos e biológicos) para o controle, as empresas adotam medidas de controle distintas e com critérios baseados em outras espécies em outros países que cultivam essa palmeira. Dentre as diversas pragas da palma de óleo, as lagartas desfolhadoras são importantes, pois danificam o limbo foliar dos folíolos e podem comprometer a produtividade da cultura na região Amazônica. Destacam-se duas espécies que causam maiores danos à cultura: *Opsiphanes invirae* Hübner, 1818 e *Brassolis sophorae* Linnaeus 1868 (Lepidoptera: Nymphalidae). Estas espécies são encontradas frequentemente em plantios no Norte do Brasil (RIBEIRO et al., 2010).

Não há na literatura informação de consumo para *O. invirae* e tampouco sobre o nível de dano econômico para espécies desfolhadoras em palma de óleo para as regiões brasileiras. Existem apenas trabalhos em outros países das Américas Central e do Sul para a espécie *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae) relacionando a injúria à taxa de reposição foliar diária (MEXZÓN; CHINCHILLA, 2011)

Com isso, os objetivos desse trabalho foram avaliar, nas condições brasileiras, a resposta das plantas a injúria artificial e natural por *B.sophorae*, para justificar uma desfolha artificial em campo e verificar seu efeito na produção; determinar a área foliar consumida na fase larval de *O. invirae* para determinação do nível de dano econômico para essa espécie visando utilização de produtos à base *Bacillus thuringiensis* var. *kurtaki*, linhagem HD-1, nas formulações WP (pó molhável) e SC (suspensão concentrada), que possuem preços distintos e representam os únicos produtos registrados para a cultura da palma de óleo junto ao Ministério da Agricultura, Planejamento e Abastecimento (MAPA).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Palma de Óleo

2.1.1 Importância econômica e aspectos botânicos

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.), também popularmente conhecida como dendê, é uma espécie de origem africana pertencente à família Arecaceae, cultivada em regiões tropicais úmidas na África, Ásia e América e representa a principal fonte de óleo vegetal do mundo (HENDERSON; OSBORNE, 2000; WAHID; ABDULLAH; HENSON, 2004). Esta espécie foi introduzida no Brasil no século XVII juntamente com o tráfico de escravos e adaptou-se bem ao clima tropical úmido do litoral baiano (BASTOS et al., 2001).

A palmeira tem vida útil econômica superior a 25 anos e é a oleaginosa cultivada de maior produtividade mundial, com rendimentos que superam 25 ton/ha/ano de CFF (Cacho de Fruto Fresco) (CHIA et al., 2009). Da palma se extrai o óleo vegetal mais consumido no mundo (alimentos, cosméticos, fármacos, oleoquímicos e biodiesel). No Brasil, o potencial de produção de óleo é de até 6 toneladas por ha/ano, com as tecnologias apropriadas, embora atualmente a produção não supere 5 toneladas por ha/ano. Com isso, o país pode ser líder mundial na produção de combustíveis renováveis, que é um fator importante, considerando o cenário atual de flutuação dos preços do petróleo e a preocupação com a poluição ambiental (BROKAMP et al., 2011).

A cultura da palma de óleo é considerada alternativa promissora para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira, pela sua adaptação às condições ecológicas locais, por possuir grau reduzido de agressão à natureza, quando comparada aos sistemas tradicionais de agricultura, além de possuir ampla disponibilidade de mercado aliada a importante capacidade de fixar o homem no campo e a redução do êxodo rural (BARCELOS; MORALES, 2001; CHIA et al., 2009). De acordo com Brandão e Schoneveld (2015), através de imagens de satélite, a área cultivada com a palma de óleo no Pará é de cerca de 250 mil hectares. Do ponto de vista socioeconômico, esta cultura gera desenvolvimento, emprego e renda para a região (HOMMA, 2010). Além disso, pode fazer parte de programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas e contribui para a fixação de carbono (VIEGAS et al., 2000; MÜLLER; FURLAN JÚNIOR;

CELESTINO FILHO, 2006). A Amazônia brasileira apresenta condições ambientais excelentes para o cultivo da palma de óleo, tais como alta taxa de insolação, pluviosidade e temperatura, com grande potencial para a expansão da cultura, principalmente em áreas alteradas, o que auxiliaria na recuperação dos solos (FURLAN JÚNIOR; MÜLLER, 2004; CLEMENT; LLERAS PÉREZ; VAN LEEUWEN, 2005). Além disso, recobre perfeitamente o solo e apresenta maior imobilização de CO₂ que florestas temperadas e tropicais (VIEGAS et al., 2000).

A versatilidade na cadeia produtiva da palma de óleo é uma característica de valor agregado, porque todas as partes e resíduos gerados na produção, desde as operações de manutenção agrícolas (folhas e flores das podas e troncos dos replantios) até a extração (cachos vazios, torta de palmiste, borra e cinzas) e refino (areias para branqueamento), podem ser reaproveitados (SANTOS et al., 1998). A produção inicia-se no terceiro ano após o plantio e atinge rendimento máximo na idade de 7 a 12 anos, mantendo-se produtivo por até 25 anos. Os cachos podem ser colhidos em intervalos de 7 a 10 dias ao longo da vida econômica da cultura, sendo que cada cacho em uma planta adulta pesa em média 20 a 30 kg e contém de mil a três mil frutos (VEIGA; SMIT; FÚRIA, 2001).

A principal característica morfológica da palma de óleo é que possui um talo único do tipo pleonástico. Com isto, as inflorescências aparecem nas axilas das folhas e se formam à medida que a planta continua seu crescimento vegetativo (DRANSFIELD; UHL, 1998; ADAM et al., 2005). O estipe é ereto e nele permanecem as bases peciolares das folhas até a fase adulta, que, ao caírem, deixam ao descoberto amplas cicatrizes permitindo visualizar os entrenós (DRANSFIELD et al., 2008). Esta espécie tem somente um meristema apical do qual se origina uma sucessão contínua de gemas foliares (HENRY, 1955), o crescimento inicial da folha é lento; em geral, leva de dois a três anos desde os primórdios até a abertura dos folíolos no centro da coroa.

A palma de óleo possui duas formas de filotaxia na forma de espiral, a mais utilizada na prática, com oito folhas por espiral. A primeira espiral é composta das folhas 1 a 8, a segunda da folha 9 a 16 e a terceira da folha 17 a 24, sendo que cada folha está associada a uma inflorescência que pode ser masculina ou feminina. Esta diferenciação ocorre internamente na planta, próximo à folha -36. Se a flor for feminina, esta entrará em antese próxima à posição da folha 17, que, após ser polinizada se tornará um cacho, cuja maturação ocorrerá próximo à posição da folha

30. Com isso, o tempo entre a diferenciação floral e a maturação do cacho é de dois anos aproximadamente. Ao longo de um ano, uma palmeira adulta emite, em média, 24 folhas e a proporção ideal entre inflorescências masculinas e femininas é de 8:16. Todavia, quando a planta passa por algum tipo de estresse (déficit hídrico, ataque de pragas ou doenças), tende a diferenciar as inflorescências para masculina reduzindo os gastos energéticos, causando perdas na produção após dois anos (CORLEY; GRAY, 1982; HORMAZA; FUQUEN; ROMERO, 2012).

Nas etapas iniciais do desenvolvimento da palma de óleo, as folhas trocam de forma; inicialmente, na germinação, as primeiras folhas que se formam são lanceoladas, depois aparecem folhas bifurcadas na ponta, dando lugar a folhas fendidas, para finalmente aparecerem as folhas maduras que são compostas, pinadas e com folíolos lineares a cada lado do ráquis. Em uma planta adulta, na região próxima ao meristema conhecida como “coração”, pode-se encontrar até sessenta folhas em fase de diferenciação e crescimento. Cada uma delas demora aproximadamente dois anos para aparecer e rapidamente se expõe como “folha flecha” (folha ainda com os folíolos fechados em formato de flecha à 90° do solo), para se tornar depois uma folha ativa (HORMAZA; FUQUEN; ROMERO, 2012).

Desde a diferenciação no meristema apical até a etapa de senescência, as folhas passam aproximadamente quatro anos e se consideram três fases: 1) fase juvenil, de 24 meses, durante a qual a folha se desenvolve dentro do estipe; 2) fase de crescimento rápido, que dura aproximadamente cinco meses e se denomina como folha “flecha” e 3) fase adulta, que vai desde a abertura dos folíolos com duração de aproximadamente vinte meses (CAYON, 1999). Em condições naturais, a palma adulta tem entre 30 e 49 folhas funcionais, as quais podem alcançar entre 5 e 8 metros de comprimento e pesar de 5 a 8 kg. Na folha madura se podem distinguir duas zonas: a zona do pecíolo, aonde não se tem folíolos e a zona da lâmina, composta pelos folíolos e um eixo central aonde estão aderidos, o ráquis. Os pecíolos podem alcançar comprimentos de até 1,2 metros e são mais curtos que o ráquis. O ráquis é duro e fibroso podendo medir até 8 metros de comprimento. Os folíolos são o produto da divisão da lâmina durante o alongamento do eixo central da folha. Os folíolos são lineares e possuem talo médio muito rígido e protuberante. As folhas maduras podem possuir entre 250 e 300 folíolos (CORLEY; TINKER, 2009).

A produção de inflorescências masculinas e femininas na palma de óleo ocorre na mesma planta em ciclos alternados de duração variável, dependendo das

condições genéticas e ambientais. O desenvolvimento inicial de uma inflorescência leva de dois a três anos, tempo no qual, se encontra totalmente coberta pelas folhas (CORLEY et al., 1976a). A antese da inflorescência feminina ocorre entre as folhas 17 e 20 e o desenvolvimento do cacho até a maturação pode levar de 4,5 a 6 meses. O cacho é constituído pelos talos das espiguetas onde se inserem os frutos e espículas (CORLEY; TINKER, 2009) e quando maturo, pode alcançar mais de 50 cm de comprimento e 35 cm de largura.

O fruto é uma drupa séssil com forma esférica, ovoide ou alongada e o pericarpo é composto pelo exocarpo, mesocarpo e endocarpo; este último envolve a amêndoa, de onde se extrai o óleo (CORLEY et al., 1976b; NG; ROLF VON UEXKULL, 2003). A aparência externa dos frutos varia consideravelmente na maturação. A coloração mais comum é violeta escuro no ápice e verde amarelado pálido na base antes da maturação e se denominam *Nigrenses*, outro tipo comum de tonalidade dos frutos é verde antes da maturação conhecidos como *Virensis*. De acordo com a espessura, a casca pode ser classificada em Dura (grossa), Tenera (Fina) e Pisifera (sem casca) (CORLEY; TINKER, 2009).

2.1.2 Processos fisiológicos da palma de óleo

Toda matéria seca da palma de óleo é produzida pelo processo de fotossíntese, através da conversão de dióxido de carbono e água em carboidratos, que ocorre nas folhas. Neste contexto, a conversão dos fotoassimilados, principalmente a sacarose, para os tecidos de folha, tronco, e demais partes, requer mais energia que é obtida a partir da quebra de parte desse açúcar em CO₂ e água no processo de respiração. A quantidade total de carboidratos produzidos na fotossíntese, menos a consumida na respiração, é a produção líquida da fotossíntese, a qual, pode ser medida como a taxa de aumento de peso seco da planta e é normalmente expressa como taxa por área de solo (taxa de crescimento da cultura), ou por unidade de área foliar (taxa de assimilação líquida).

Essas duas taxas estão relacionadas com a área foliar total por área de solo (índice de área foliar). Henson (1990a, 1991) evidenciou que a taxa de fotossíntese é estimulada pela presença de cachos em desenvolvimento, os quais atuam como receptores de fotoassimilados, pelo menos em palmas jovens. O autor afirma ainda que a taxa de fotossíntese em palmas jovens, quase duplica dois meses antes da colheita dos primeiros cachos; que é aproximadamente o tempo que os assimilados

requerem para promover a síntese do óleo, ou seja, está correlacionada com o número de cachos em desenvolvimento na palma (HENSON, 1990b; CORLEY; TINKER, 2009).

Quando 75% das folhas de palmas jovens são removidas, a taxa de fotossíntese das folhas remanescentes aumentou nas palmas que tinham cachos, mas diminuiu nas plantas que não tinham cachos (GERRITSMA, 1998). Ao mesmo tempo, o nível dos carboidratos diminuiu no tronco de palmas em frutificação, mas não em palmas sem frutos. Gerritsma (1998) também observou um aumento na taxa de fotossíntese após a poda, porém foi menor que a encontrada por Henson (1990b, 1991).

Neste contexto, um estudo sobre o dano causado por *Oryctes rhinoceros*, Linnaeus (Coleoptera: Dynastidae) em palmas jovens, ainda no primeiro ano em campo, demonstrou que desfolha acentuada tem pouco ou nenhum efeito na produção subsequente (WOOD; CORLEY; GOH, 1973; AHMAD, 1995). Segundo Corley e Tinker (2009), sob este aspecto, o crescimento nessa etapa não está limitado pela atividade fotossintética, de modo que depois de uma desfolha parcial, as folhas remanescentes podem efetuar a fotossíntese rapidamente e satisfazer os requerimentos de crescimento vegetativo da planta.

Em decorrência desses resultados, sugere-se um controle de retroalimentação da taxa de fotossíntese pela demanda receptora, talvez ajudado pelo acúmulo de carboidratos nos folíolos (HENSON, 1990a). Porquanto, Henson (1990b) encontrou níveis altos de carboidratos em folhas de palmas sem frutificação, quando comparado com folhas de palmas com fruto; efeito observado também em outros cultivos semelhantes (revisados por EVANS, 1996). Do mesmo modo, Corley e Tinker (2009) concluíram que a fotossíntese potencial da palma de óleo antes do início da frutificação supre as necessidades de crescimento vegetativo, porém nessa etapa o crescimento está limitado pelo dreno.

É importante ressaltar que o clima desempenha um papel importante nos processos fisiológicos da palma, manifestando respostas frente às mudanças de fatores ambientais (umidade relativa, temperatura e umidade do solo), assim como também na incidência de insetos pragas e organismos fitopatogênicos, já que afetam o comportamento dos mecanismos que regulam os processos fisiológicos como a dinâmica estomática que controla o intercâmbio gasoso foliar.

O déficit hídrico causa fechamento dos estômatos reduzindo a taxa fotossintética; ao mesmo tempo restringindo a perda de água para, assim, atenuar os efeitos da seca. Rees (1958, 1961) evidenciou isto também em palma de óleo. Smith (1989) demonstrou que a seca afetou a condutância estomática da mudas de palma em ambientes controlados de duas formas distintas: os estômatos se fecharam quando houve limitação de água do solo, bem como quando havia baixo nível de umidade relativa do ar, mesmo com água disponível no solo. Trabalhos de Henson (1991), Dufrene e Saugier (1993) e Ruiz Romero e Henson (2002) confirmaram esse efeito do ar seco na condutância estomática de palmas em campo. Em áreas onde o período de estiagem é pronunciado, a resposta estomática a solos secos e altos déficit de pressão de vapor poderiam ser os parâmetros mais importantes que afetam a capacidade fotossintética da palma (SMITH, 1993a)

Finalmente, Corley, Wooi e Wong (1979) afirmaram que a palma de óleo é um cultivo no qual se pode encontrar relação entre produção e fotossíntese, já que a produção parece estar limitada ao baixo dreno na maioria das circunstâncias. De forma semelhante, Smith (1993b) encontrou uma forte relação entre área foliar e matéria seca total, e evidenciou que as taxas de fotossíntese medidas influem no total de CO₂ assimilado pela palma.

2.2 Principais pragas da palma de óleo com ênfase em desfolhadores

O ataque de insetos pragas é um dos fatores limitantes à produção em cultivos de palma de óleo na Amazônia, onde a intensidade desses ataques é dependente, principalmente, de fatores climáticos e diversidade de flora e fauna da área de cultivo (GENTY, 1989). Na literatura existem relatos de mais de 40 espécies potencialmente pragas para a cultura (MEXZÓN; CHINCHILLA, 1992; TINOCO, 2008). No Brasil, as principais espécies que ocorrem são: lepidópteros desfolhadores como *O. invirae* e *B. sophorae*, *Euclea diversa* Druce, *Euprosterna elaeasa* Dyar, *Natada subpectinata* Dyar, *Episibine* sp., *Acharia* spp. e *Talima* sp. (Lepidoptera: Limacodidae), *Antaeotricha* sp. (Lepidoptera: Oecophoridae), *Oiketiscus kirbyi* Guilding (Lepidoptera: Psychidae), *Automeris liberia* Cramer (Lepidoptera: Saturniidae); lepidópteros broqueadores do estipe como *Eupalamides cyparissias cyparissias* Fabricius (Lepidoptera: Castniidae); lepidópteros que consomem raízes como *Sagalassa valida* Walter (Lepidoptera: Glyphipterigidae); coleópteros broqueadores e vetores de doenças como *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus,

Metamasius hemipterus Linnaeus e *Rhinostomus barbirostris* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae), o minador de folhas *Hispoleptis subfasciata* Piceus e o raspador de frutos *Demotispa neivai* Bondar (Coleoptera: Chrysomelidae); além de formigas cortadeiras *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) e gafanhotos (Orthoptera), os quais ocorrem principalmente em viveiros e plantios jovens (GENTY, 1989; MEXZÓN; CHINCHILLA, 1992, 1996; SOUZA; CELESTINO FILHO; SILVA, 2000; TINOCO, 2008; RIBEIRO et al., 2010).

Dentre os desfolhadores, destaca-se a espécie *O. cassina*, que mesmo não presente no Brasil é registrada como importante praga da cultura da palma de óleo na Colômbia, Equador e Peru (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978). Ainda sua presença é relatada em toda América Central (CALVACHE GUERRERO, 2001), além de Guiana, Bolívia, Argentina, Suriname e Trinidad e Tobago (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978). Mas este inseto também ataca coqueiros (*Coco nucifera* L.) (ZENNER; POSADA, 1992) e banana (REIS; SOUZA, 1980). As lagartas se alimentam de folhas de idades diferentes, mostrando preferência por aquelas medianas jovens, localizadas na parte superior da copa das plantas, abaixo da primeira espiral de folhas. Segundo Genty, Morin e Korytkowski (1978), uma única lagarta consome de 700 a 800 cm² de área foliar ao longo do estágio larval, consumindo todo o limbo do folíolo exceto a nervura central. Seu ciclo de vida varia entre 59 a 77 dias, sendo 8 a 10 dias para a fase de ovo, 36 a 47 dias para a fase de larva e 15 a 29 dias para a fase de pupa.

O adulto de *O. cassina* possui hábito diurno e apresenta quimiotropismo positivo por substâncias orgânicas em decomposição como frutas em fermentação e excrementos de animais. A fêmea coloca os ovos individualmente ou em pequenos grupos sobre os folíolos ou próximo à ráquis das folhas. As lagartas recém-eclodidas se distribuem nas folhas, preferindo, entretanto, o terço médio e superior da copa das plantas. Durante o desenvolvimento as lagartas passam por cinco instares e permanecem na parte abaxial das folhas ao longo da nervura central ou paralela a esta. As pupas se formam, preferivelmente, sobre as plantas epífitas que crescem no estipe da palma, sobre os folíolos ou sobre plantas espontâneas, fixando-se pelo cremaster ou apêndice espinhoso presente no extremo final do corpo (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; CRUZ, 1986; ZENNER; POSADA, 1992).

No Brasil, a espécie *O. invirae* já foi registrada nos estados do Amazonas, Pará, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso,

Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Bahia, Piauí, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além do Distrito Federal (FERREIRA, 2006).

Brassolis sophorae mostra preferência por espécies de Arecaceae (PEÑA, 2013). E, apesar de ser observada com frequência em plantios de coco (MOURA; VILELA, 1998; LINS; BRICEÑO; FERREIRA, 2002; FERREIRA, 2006; LEMOS; LINS; TREVISAN, 2016) e palma de óleo, os indivíduos têm como hospedeiros outros gêneros de palmeiras, cultivados e silvestres: *Syagrus* Mart., *Attalea* Kunth., *Livistona* R. Br., *Euterpe* Mart., *Phoenix* L., *Orbignya* Mart. ex Endl., *Desmoncus* Mart., *Bactris* Jacq. ex Scop., *Archontophoenix* H. Wendl. & Drude, *Copernicia* Mart. ex Endl., *Roystonea* O.F. Cook, *Washingtonia*, *Acrocomia*. Citam-se também as espécies: palmeira-leque [*Sabal mauritiiformis*, (H. Karst.) Griseb. ex. H. Wendl.]; areca-bambu [*Dypsis lutescens* (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.]; palmeira-rabo-de-peixe [*Caryota urens* L.] e palmeira-de-manila [*Veitchia merrillii* (Becc.) H.E. Moore] (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; SILVA, 2001); e babaçu [*Attalea brasiliensis* Glassman] (FERREIRA 2006; LEMOS; BOARI, 2010; PEÑA, 2013). Ainda são observados em cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. (MONTE, 1934; FERREIRA, 2006), palmeiras ornamentais (DE LA TORRE; DE LA TORRE; MOYA, 2010), bananas, *Musa* L. (PYENSON, 1938; GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978), helicônias (*Heliconia* spp. L.) (PEÑA, 2013) e em ambientes urbanos (RUSZCZYK, 1996).

Populações de *B. sophorae* podem causar desfolha parcial ou total nas palmeiras, dependendo do nível de infestação. Esta desfolha pode alterar de maneira considerável a fisiologia da planta e, por conseguinte, a fotossíntese e produção de cachos. Inicialmente, a injúria se caracteriza por uma raspagem causada pelas larvas de primeiro ínstar. Com a mudança dos ínstars, a injúria se intensifica, com destruição de toda a estrutura parenquimatosa da folha, permanecendo apenas a nervura central (PEÑA, 2013). Em campo, as lagartas podem consumir as folhas localizadas em diferentes níveis; contudo, Peña (2013) mencionou que há maior intensidade e frequência de ataque nas folhas das espirais inferiores e médias. Em ataques mais severos, como cada lagarta pode consumir de 500 a 600 cm² (entre 2,0 e 2,5 folíolos) dos folíolos, a palmeira pode ficar totalmente desfolhada em poucos dias (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978).

As lagartas são parasitadas por uma diversidade de espécies, com destaque para *Xanthozona melanopyga* Wied (Diptera: Tachinidae) (GALLO et al., 2002). Nos plantios do Estado do Pará, até o momento, foram identificados diversos parasitoides de ovos e lagartas. O gênero *Horismenus* (Hymenoptera: Eulophidae) foi descrito em ovos e os endoparasitoides gregários *Conura* sp. (TINÔCO, 2008) e *Conura maculata* (Fabricius) (Hymenoptera: Chalcididae) (SAKAZAKI et al., 2011) em lagartas. O predador *Alchaeorhynchus grandis* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae) tem sido associado às lagartas (LEMOS; EVANGELISTA JUNIOR; RIBEIRO, 2007; TINÔCO, 2008; RIBEIRO et al., 2010), assim como os fungos do gênero *Cordyceps* (TINÔCO, 2008) e a espécie *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (HABIB; ANDRADE, 1977).

2.2.1 *Opsiphanes invirae*

Apesar de ser considerada praga chave da cultura, poucos são os estudos que descrevem a biologia, comportamento, hábito e ecologia dessa espécie em palma de óleo no Brasil. Talvez, porque, no passado, os surtos ocorriam esporadicamente e de maneira isolada, quando esta mantinha o *status* de praga secundária.

Os ovos são normalmente colocados em posturas individuais na base do folíolo; no entanto, podem ser observados ao longo de todo o folíolo. De maneira esporádica podem ser encontrados de dois a três ovos colocados em conjunto. Em campo, os ovos apresentam tonalidades que variam de cinza claro leitoso, cinza escuro, cinza com linhas pretas, leitoso com manchas vermelhas, com linhas pretas e vermelhas e todo vermelho; variação possivelmente associada ao desenvolvimento do embrião no interior do ovo (Figuras 1a e 1b) (FERREIRA, 2006). Ao eclodirem, as lagartas se alimentam de todo o córion do ovo antes de iniciarem a raspagem dos folíolos. As lagartas passam por 4 ecdises (FERREIRA, 2006) e são observadas na face inferior dos folíolos (LEMOS; BOARI, 2010). As lagartas são verdes com faixas longitudinais de cor alaranjada, apresentam apêndices cefálicos e a extremidade do corpo bifurcada (BONDAR, 1940; NETO C. DE SÁ et al., 2011) e podem atingir 100 mm de comprimento no último estágio (Figuras 1c, 1d, 1e, 1f, 1g e 1h) (FERREIRA, 2006). Antes de pupar, as lagartas migram para o estipe próximo da coroa foliar ou para as plantas epífitas que crescem junto à coroa. Se o nível populacional for alto, elas podem pupar ao longo do estipe e nas plantas utilizadas

como cobertura para o solo (SOUZA; CELESTINO FILHO; SILVA, 2000). As pupas medem de 35 a 40 mm de comprimento, inicialmente são verde-claras brilhantes passando a marrom com listras transversais e longitudinais de coloração róseo-ferrugem (Figuras 1i, 1j e 1k) (FERREIRA, 2006).

Adultos coletados em coqueirais medem de 60 a 70 mm (♂) e de 70 a 85 mm (♀) de envergadura (Figuras 1l e 1m) (FERREIRA, 2006). Comparando tal descrição com o trabalho de González et al. (2012), no qual os insetos foram coletados em ambiente de floresta, há pouca variação na envergadura. Ainda de acordo com esses autores, os adultos têm envergadura de $79,0 \pm 1,0$ mm. O dorso do corpo do adulto é marrom, as asas anteriores apresentam faixa transversal amarelo alaranjada no terço apical e o ângulo apical é marcado por duas manchas brancas. As asas posteriores são ligeiramente dentadas com a faixa podendo ser amarelada ou amarelo alaranjada (FERREIRA, 2006; NETO C. DE SÁ et al., 2011). A diferença no tamanho corporal, entre machos e fêmeas, auxilia na separação por sexo. Outras características como os tufo de pelos que as fêmeas possuem nas asas posteriores e a largura da banda transversal das asas posteriores, que nas fêmeas é mais larga e evidente, também auxiliam na separação dos sexos (FERREIRA, 2006).

Ferreira (2006) descreveu o ciclo de desenvolvimento da espécie, a partir de indivíduos coletados em plantios de coco. De acordo com o autor, a fase de ovo dura de 8 a 10 dias, o estágio larval de 36 a 47 dias e a de pupa de 15 a 20 dias, totalizando de 59 a 77 dias. Para espécimes coletados em plantios de palma, essa relação ainda não foi estabelecida; o que se sabe, até o momento, é que o ciclo da praga, no campo ocorre a cada dois meses, totalizando 6 gerações ao longo do ano. No entanto, sobreposições de diferentes estágios podem ser observados, sendo possível a ocorrência, ao mesmo tempo, de dois ou mais estágios larvais numa mesma área.

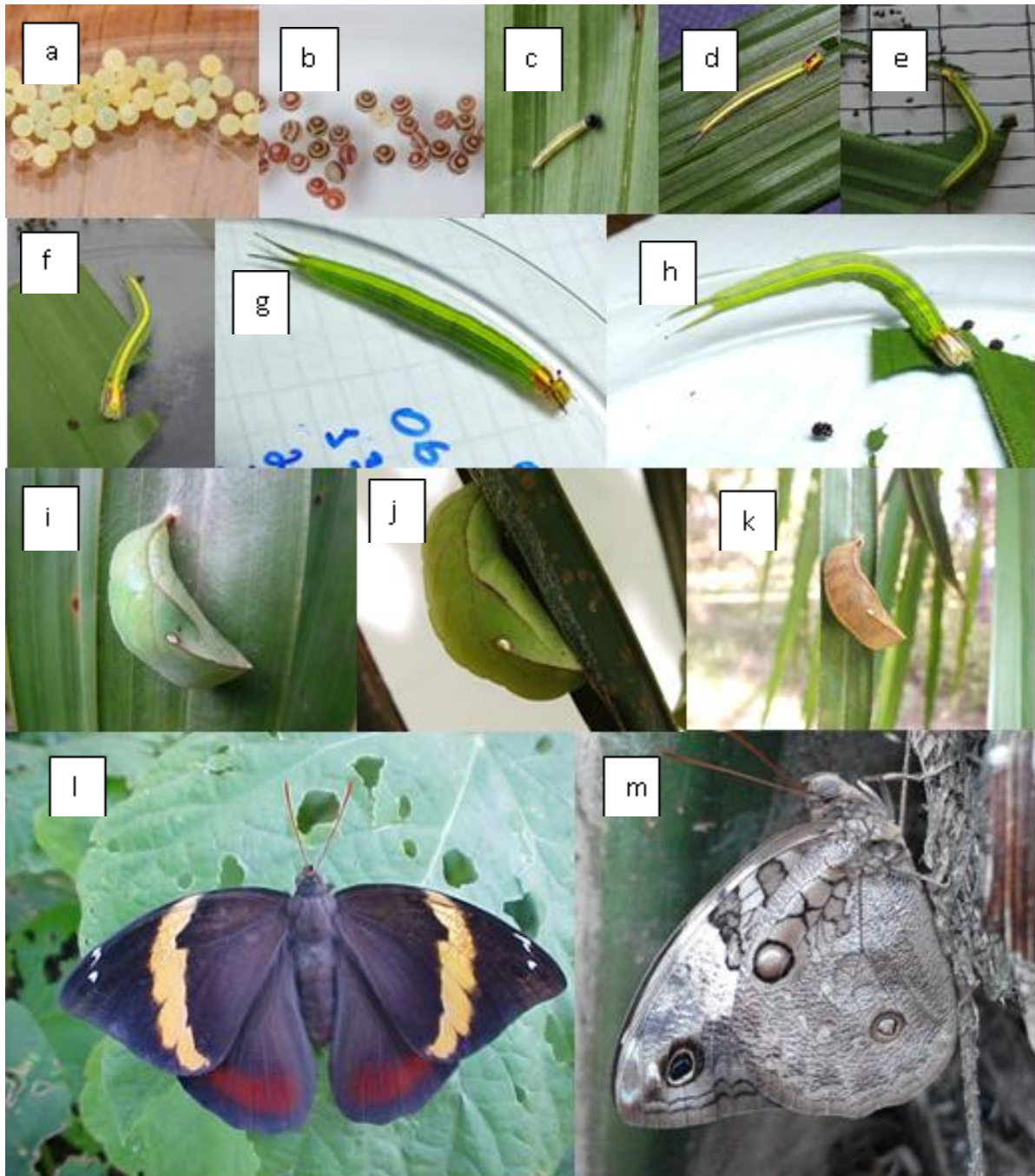


Figura 1. *Opsiphanes invirae* nas fases: ovo recém eclodido (a); ovo aos quatro dias (b); lagarta no primeiro ínstar (c); lagarta no segundo ínstar (d); lagarta no terceiro ínstar (e); lagarta no quarto ínstar (f); lagarta no quarto ínstar trocando a cápsula cefálica (g); lagarta no quinto ínstar (h), pupa jovem (i); pupa meia idade (j); pupa madura (k); adulto com asas abertas (l) e adulto vista lateral (m).

2.2.2 *Brassolis sophorae*

Esta espécie é conhecida popularmente como lagarta-das-folhas-do-coqueiro, lagarta-das-folhas, mandarová ou mandruvá. Os ovos são rígidos e cilíndricos, com a parte superior levemente arredondada (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978), enquanto a porção que fica aderida à folha é ligeiramente achatada (PEÑA, 2013). A largura dos ovos é de aproximadamente 1,0 mm e a altura de 2,0 mm (PEÑA, 2013) e são depositados em massa que variam de 100 a 300 ovos (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978). Mais recentemente, Peña (2013) observou que as posturas podem variar de 14 a 300 ovos e apresentam coloração inicial rosa claro e após 10 dias, quando se aproxima a eclosão das lagartas, tornam-se cinza-escuros (Figura 2a) (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; PEÑA, 2013).

As lagartas possuem cabeça castanho-avermelhada, corpo com listras longitudinais marrom-escuras e claras, que podem atingir entre 60,0 a 80,0 mm de comprimento (Figura 2b) (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; PEÑA, 2013). Estas lagartas possuem três pares de pernas torácicas desenvolvidas, dois pares de falsas pernas no abdômen e um par na região anal; dispõem de uma glândula cervical na porção ventral da cápsula cefálica, que pode ter como função a liberação do feromônio de trilha (PEÑA, 2013). Para esta espécie, são descritos seis estádios larvais (FERREIRA, 2006), sendo que lagartas do sexto ínstar podem chegar a medir aproximadamente 85,0 mm com cápsula cefálica próximo de 5,5 mm (PEÑA, 2013).

A pupa (Figura 2d) é robusta e convexa, com faixas longitudinais amarelo-pálido (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978), podendo apresentar diferentes tonalidades, tais como verde, bege ou rosada, sendo que, a parte dorsal é, na maioria das vezes, mais escura. Posteriormente, as pupas passam a ter coloração castanha e, próximo da emergência dos adultos exibem coloração castanho escura.

Os adultos (Figura 2e) de *B. sophorae* medem entre 70,0 a 80,0 mm (♂) e 90,0 a 105,0 mm (♀) de envergadura; dorsalmente, as asas, tanto as anteriores quanto as posteriores, são marrons, com leves reflexos violáceos, atravessadas por uma faixa amarela alaranjada. Nas fêmeas, a faixa da asa anterior, é amarela, larga e em formato de Y (GALLO et al., 2002; FERREIRA, 2006). Na porção ventral das asas posteriores, de machos e fêmeas, é possível observar três ocelos circundados, sendo dois com fundo preto e um marrom na sua parte inferior (GENTY; MORIN;

KORYTKOWSKI, 1978). As fêmeas são maiores que os machos e possuem o abdômen mais abaulado (FERREIRA, 2006).

O ciclo completo varia de 81 a 125 dias; a fase de ovo dura de 20 a 25, o estágio larval de 50 a 85 e o de pupa de 11 a 15 dias (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978). Recentemente, Peña (2013), em condições de laboratório, observou que a duração da fase de ovo pode durar de 24 a 30 dias, o estágio larval entre 115 a 125, com sete ínstaes (I = 14, II = 11, III = 13, IV = 15, V = 17, VI = 27, VII = 24 dias) e as pupas entre 13 a 17 dias. De acordo com o autor, a longevidade média dos adultos varia de 11 a 13 dias para fêmeas e 7 a 11 dias para machos.

Em um comportamento similar ao das lagartas de *O. cassina*, imaturos de *B. sophorae* recém eclodidos se alimentam do córion do ovo; contudo, ao contrário do observado para *O. cassina*, os imaturos se alimentam não apenas o próprio ovo que eclode, mas também dos outros ovos, auxiliando a eclosão de outras lagartas. (PEÑA, 2013). Esta espécie apresenta comportamento gregário durante o dia em abrigos (Figura 2c) construídos com os folíolos da palmeira unidos com fios de seda produzidos pelas glândulas salivares, que podem conter de 800 a 1000 lagartas (GALLO et al., 2002; DE LA TORRE; DE LA TORRE; MOYA, 2010). Por isto, são consideradas pré-sociais e apresentam um comportamento forrageiro cooperativo noturno ao utilizarem trilhas com feromônios quando saem para forragear causando desfolhas consideráveis (Figura 2f) (MARICONI 1952; ZANETTI et al., 1999; PEÑA, 2013).

De hábito crepuscular, os machos emergem primeiro, provavelmente, como estratégia para maximizar o número de cópulas que contribuem na perpetuação da espécie (CARVALHO; QUEIROZ; RUSZCZYK, 1998; PEÑA, 2013). A proporção de fêmeas e machos é de 1:2, sendo que as fêmeas permanecem ativas por mais tempo, possivelmente na procura por plantas adequadas para a oviposição (PEÑA, 2013).

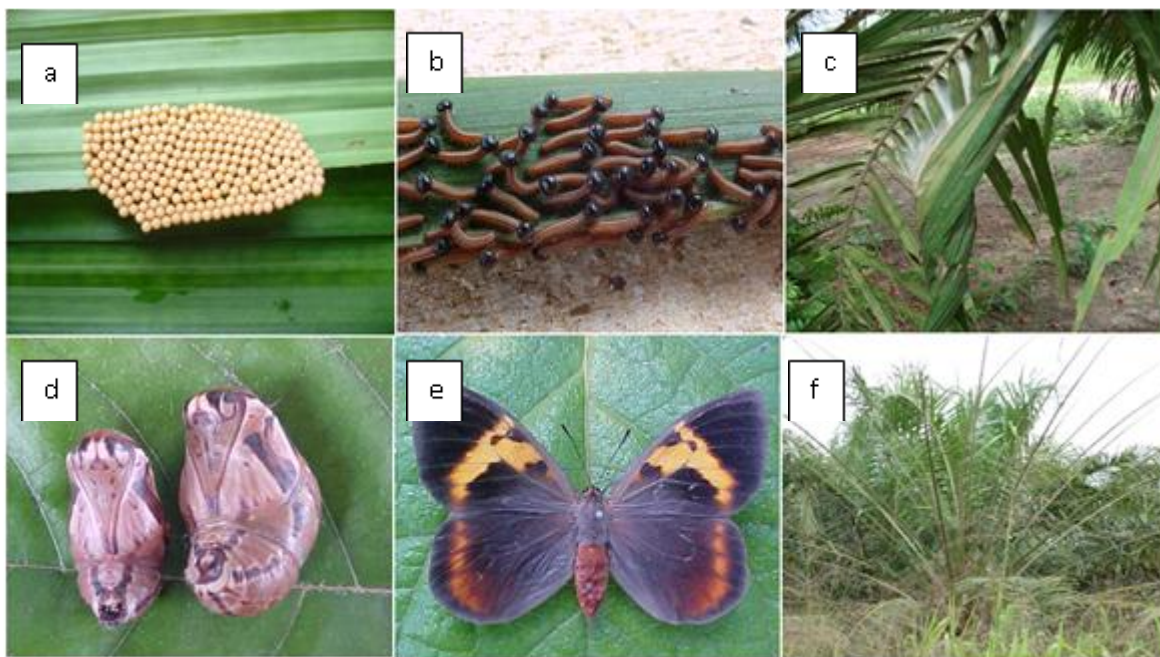


Figura 2. *Brassolis sophorae*: massa de ovos (a); lagartas em trilha de forrageamento (b); abrigo contendo lagartas de *B. sophorae* feito com folhas de palma de óleo (c); pupas (d); adulto com asas abertas (e); desfolha causada por *B. sophorae* (f).

2.3 Desfolha e produção em palma de óleo

Infere-se que a injúria causada por lagartas desfolhadoras tende a ocorrer sempre das bordas para o interior, seja em folhas de *Heliconia episcopalis* Vellozo (NETO C. DE SÁ et al., 2011), coco (FERREIRA, 2006) ou palma de óleo (LE MOS; BOARI, 2010). Por outro lado, a intensidade do ataque pode variar. Em coco, quando o ataque é intenso, as lagartas são capazes de desfolhar por completo a planta, destruindo todo o limbo foliar a partir da borda, deixando apenas a nervura central (FERREIRA, 2006). Por outro lado, em folhas de *H. episcopalis* (NETO C. DE SÁ et al., 2011) e de palma de óleo, mesmo quando há muita área removida, não ocorre a desfolha por completo. De modo geral, espécies do gênero *Opsiphanes* têm sido descritas como vorazes para a palma.

Os efeitos da desfolha sobre a produção foram estudados por Wood, Corley e Goh (1973) no oeste da Malásia. Os autores verificaram que no primeiro ano depois da desfolha, injúria de 50% causou perda de mais de 40% na produção de frutos quando a desfolha foi realizada na parte superior do dossel. No entanto, quando a

desfolha foi realizada nas folhas da parte inferior da planta, os efeitos foram relativamente baixos, pois as folhas estão sombreadas por outras e, assim, contribuem pouco no processo de fotossíntese total do dossel. Mas desfolha de 50% na parte inferior do dossel reduziu em 17% a produção no segundo ano. Os estudos dos rendimentos mensais demonstram uma grande diminuição na produção próxima no 10^o. mês após a desfolha, que pode ser atribuído ao aborto das inflorescências e uma posterior diminuição entre o 22^o. e 26^o. mês após a desfolha, devido a um efeito sobre a proporção dos sexos das inflorescências.

Dessa forma, considerando a possibilidade eminente de surgimento nos plantios e a voracidade das lagartas é fundamental a realização de monitoramento constante, a fim de prevenir possíveis surtos. Com isso, o monitoramento das populações de adultos e lagartas deve ser realizado constantemente nas diversas áreas de plantio. Entretanto, embora a tomada de decisão deva ser baseada em níveis populacionais que causam danos, inexiste na literatura o nível de dano econômico para a cultura da palma de óleo que leve em consideração aspectos econômicos e ecológicos para as condições brasileiras. Os níveis adotados são variáveis e baseados em dados coletados em outras regiões produtoras de palma de óleo no mundo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram instalados entre os anos de 2014 e 2016, nas fazendas do Grupo Agropalma S.A. (Figura 3), localizada no município de Tailândia, Pará, Brasil (02 ° 52 '52 "S; 48 ° 79' 64" W). O clima é classificado como Am, de acordo com Köppen, com estação chuvosa, de janeiro a maio e estação seca, de agosto a novembro. A média de precipitação anual é de 2.400 mm. A temperatura média anual é 26,5°C e a umidade relativa do ar é de 80%.

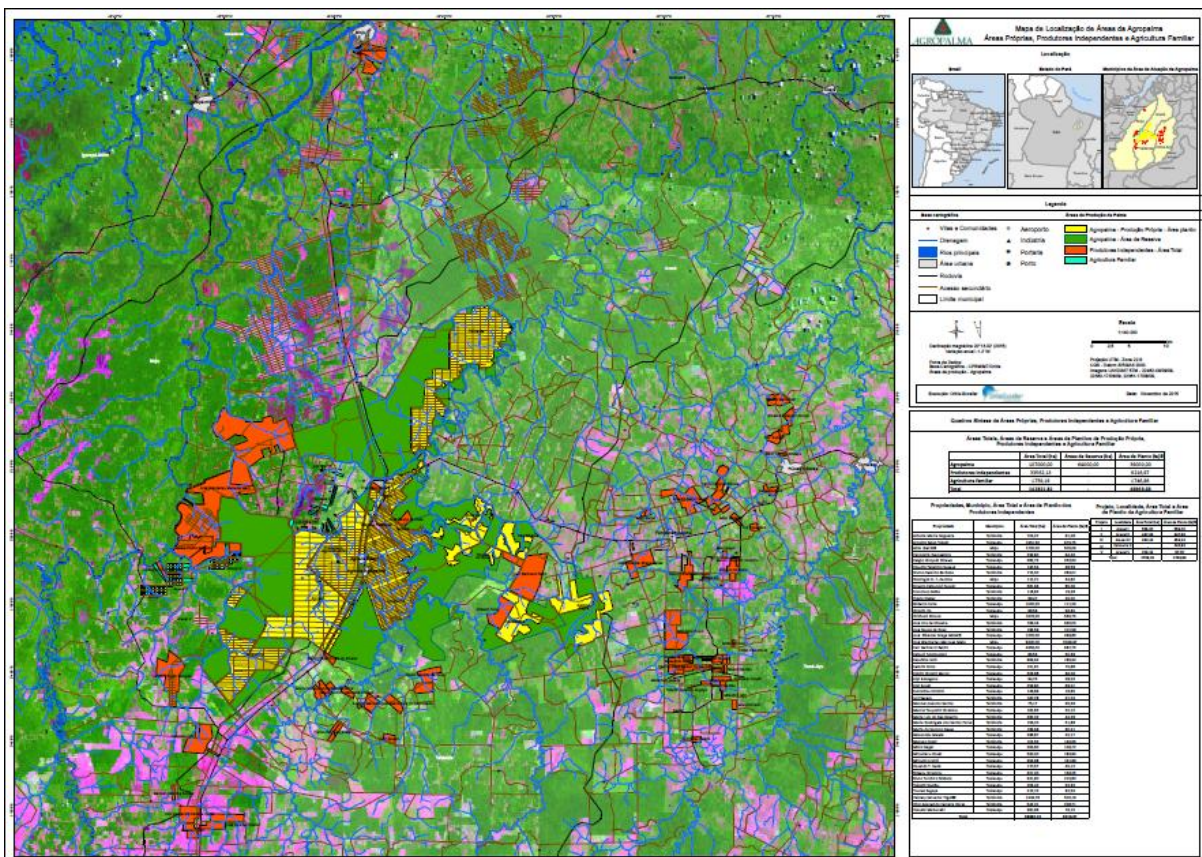


Figura 3. Mapa de localização de áreas da Agropalma, áreas próprias, produtores independentes e agricultura familiar.

3.2 Processos fisiológicos relacionados à desfolha

Plantas utilizadas: Mudanças de híbridos interespecíficos Coari X Lamé com um ano de idade foram utilizados neste estudo. Elas foram mantidas em sacos plásticos de 50 litros com o mesmo substrato normalmente utilizado no viveiro da plantação (terra de barranco e areia na proporção de 1:1). Todas as folhas velhas foram removidas das mudas de modo que cada planta foi mantida com apenas quinze

folhas. Elas foram regadas todos os dias a fim de manter o substrato na capacidade de campo e evitar estresse hídrico, o que poderia afetar o processo fotossintético (SURESH et al, 2012).

Delineamento experimental: Foram adotados três diferentes tratamentos: 1) desfolha natural causada por larvas *B. sophorae* entre 5 e 6 cm de comprimento; 2) desfolha manual usando uma tesoura e 3) controle (sem desfolha).

A desfolha natural foi obtida utilizando insetos coletados no campo no dia anterior ao experimento e por motivo de ainda não termos uma criação estabelecida em laboratório da espécie *O. invirae* utilizamos a praga disponível em campo na ocasião. Inicialmente, foram recolhidos seis ninhos (folhas fechadas em forma de cones invertidos, cobertos interior de uma espessa camada de seda produzido pelas larvas), com 20 a 30 larvas cada. Os ninhos foram colocados individualmente na parte central da coroa de seis mudas escolhidas aleatoriamente ao final da tarde, de modo que as larvas pudessem se mover e escolher livremente o sítio para se alimentar durante a noite, de acordo com os seus hábitos (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978).

A desfolha manual foi realizada por meio da remoção de parte dos folíolos que correspondia ao tamanho da desfolha natural, usando uma tesoura, de modo a simular a injúria causada pelas lagartas. Para fazê-lo, logo após o nascer do sol, no dia seguinte à infestação, foram identificados os folíolos injuriados pelas lagartas nas plantas naturalmente desfolhadas durante a noite e uma porção semelhante na planta homóloga ao tratamento desfolha manual foi removida. Portanto, as plantas não lesionadas tiveram as folhas e folíolos correspondentes feridos em conformidade.

Uma planta controle também foi utilizada para cada uma injuriada e as folhas e folíolos correspondentes identificados, mas não injuriados. A unidade experimental foi uma planta (n = 18).

Avaliação dos parâmetros fisiológicos: Medições fisiológicas foram tomadas na porção inferior dos folíolos, perto da ráquis, o que correspondeu à porção remanescente dos folíolos desfolhados artificialmente ou naturalmente. O medidor portátil de fotossíntese LI-COR LI6400 (Li-Cor Inc., Lincoln, NE, EUA) com injetor de CO₂ foi utilizado para as medições. Durante as medições, o fluxo de ar foi mantido a 400 mmol s⁻¹, o nível de CO₂ a 400 ppm, e a temperatura da câmara foi mantida inalterável à 27° C. As variáveis avaliadas foram: taxa de fotossíntese (mol de CO₂

$\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$); condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$); concentração intercelular de CO_2 (ppm); taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$); déficit de pressão de vapor ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e a temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$) (HIGLEY; PEDIGO, 1993).

Para avaliar a variação na troca gasosa num folíolo antes e após a desfolha, duas plantas saudáveis foram selecionadas aleatoriamente. Um folíolo sem injúria foi selecionado aleatoriamente na parte central do ráquis e medidas fisiológicas foram feitas usando o medidor portátil de fotossíntese. A medição foi feita a partir da porção basal do folíolo. Inicialmente, o equipamento foi colocado sobre a área não lesionada e as medidas foram tomadas. Depois de 3-5 minutos, as porções médias e distais da lâmina foliar foram removidas com uma tesoura para simular a injúria causada pela lagarta. As medidas foram feitas durante 30 minutos a cada minuto.

3.3 Consumo foliar e largura da cápsula cefálica de *O. invirae*

A criação de *O. invirae* foi realizada no laboratório de Fitossanidade do Grupo Agropalma S/A, em câmara climatizada sob condições controladas de temperatura ($27,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase de 12 horas.

Adultos de *O. invirae* foram coletados nos plantios da fazenda na mesma localidade (Figuras 4a e 4b). Para captura foram utilizadas armadilhas recomendadas por Loria et al. (2000) confeccionadas com sacos plásticos transparentes de 50 litros com 1,00 m de altura por 0,60 m de largura (Figura 4c). Essas armadilhas apresentavam abertura para entrada dos insetos em forma de elipse feita com arame número 10. No seu interior foi mantida uma garrafa pet de 600 ml com solução aquosa de melaço (50%) para atração dos insetos. Para garantir a liberação do atrativo alimentar, orifícios de aproximadamente 8 mm de diâmetro foram confeccionados na parte superior da garrafa.



Figura 4. Adultos de *Opsiphanes invirae*: vista lateral (a), adulto com asas abertas (b) e armadilha utilizada na captura contendo adultos no interior (c).

As armadilhas foram instaladas no campo no momento em que observou-se a presença de adultos. Após 24 horas, as armadilhas foram removidas e levadas ao laboratório onde 200 indivíduos aparentemente sadios e em bom estado de conservação foram escolhidos aleatoriamente. Esses foram liberados para cópula e oviposição em uma gaiola telada em ambiente meia sombra (estrutura de madeira revestido com tecido *voile* branco, medindo 3 m de altura x 3 m de largura x 4 m de comprimento) contendo, em seu interior, mudas do híbrido interespecífico Coari HIE (*E. guineensis* Jacq. X *E. oleifera* Cortês) e chumaços de algodão embebidos em solução de mel e água destilada na proporção de 1:1 para estimular a oviposição.

Ovos de *O. invirae* foram retirados diariamente e colocados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) com um chumaço de algodão embebido em água destilada para manutenção de umidade. Após a eclosão, lagartas de mesma idade foram individualizadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, nas quais foram disponibilizadas uma ou duas seções de folíolos de palma de óleo do tipo Tenera, cuja troca foi realizada a cada dois ou três dias, conforme metodologia sugerida por Gonzalez et al (2012), porém com modificações, para garantir alimentação *ad libidum* dos insetos.

As seções (30 ou 50 cm²) foram recortadas de folíolos da folha 17 de palmas adultas e imersas em solução de hipoclorito de sódio à 1% por 5 minutos para eliminação de microrganismos fitopatogênicos e entomopatogênicos (Figura 5a). Após secagem em papel toalha (Figura 5b), as seções foram escaneadas (impressora EPSON L355) antes do oferecimento para consumo pelas lagartas de modo a se mensurar a área foliar oferecida (Figura 5c).

Foram realizadas observações diárias para verificação do consumo e mudança de ínstar. A cada troca de folíolos foi realizada assepsia das placas de Petri com álcool 70%, remoção dos excrementos e substituição do chumaço de algodão utilizado para manutenção da umidade (Figura 5d). As seções foliares removidas foram novamente escaneadas para registro da área foliar remanescente. Além disso, as cápsulas cefálicas de cada ínstar foram separadas para mensuração. Ao atingir a fase de pré-pupa, as lagartas foram transferidas individualmente para potes plásticos transparentes de 500 ml de capacidade contendo chumaço de algodão hidrófilo umedecido, onde foram mantidas até a emergência dos adultos.



Figura 5. Seções de folhas de palma de óleo imersas em solução de hipoclorito de sódio à 1% (a) e sobre papel toalha para secagem (b); arquivo de imagem das folhas oferecidas e após o consumo para leitura em software (c); assepsia diária feita na criação para retirada de excrementos (d).

As imagens de área foliar oferecida e área foliar remanescente após o consumo foram analisadas no software ImageJ[®] conforme proposto por Gao et al. (2011) e permitiram determinar a área foliar consumida.

3.4 Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo

Todos os cálculos foram realizados pelas metodologias propostas por Stone e Pedigo (1972) e reafirmadas por Higley e Pedigo (1993).

3.4.1 Limiar de Ganho (GT)

Para o cálculo do GT, que é a relação entre o custo do tratamento e valor de mercado, foi utilizado o valor do custo de aplicação para controle das lagartas com o produto Dipel[®], a base de *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki HD-1, nas formulações WP e SC (pó molhável e suspensão concentrada), os quais são devidamente registrados para uso em palma de óleo junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Levou-se em consideração o custo da aplicação via

atomizador com capacidade de 2000 litros (FMCoppling®, modelo Gulliver 2000) atracado a trator John Deere 5303 e o valor da mão-de-obra, ambos, por hectare. Para o valor de mercado foi considerado o preço que a Agropalma paga aos seus produtores integrados por tonelada de Cacho de Fruto Fresco (CFF) em dólares (70US\$/ton. CFF). O cálculo foi realizado através da seguinte equação:

$$GT = [\text{Custo do controle/ha} / (\text{Valor de mercado/ton. CFF})] \dots\dots\dots[\text{Eq. 1}]$$

3.4.2 Percentagem de potencial total de produção equivalente ao Limiar de Ganho

Para o cálculo da porcentagem sobre o potencial total de produção foi levada em consideração a produção média total da empresa Agropalma em toneladas de CFF por hectare para o ano de 2015, dividindo a produção total pela área em produção. O cálculo foi realizado por meio da seguinte equação:

$$\% \text{ Total de Produção} = 100 * [\text{GT/Produção Total Potencial}] \dots\dots\dots[\text{Eq. 2}]$$

3.4.3 Percentagem de área foliar que precisa ser removida para causar a percentagem de perda na produção

Para o cálculo da porcentagem de área que precisa ser removida para causar a porcentagem de perda na produção, foram utilizados os dados de perdas em toneladas de CFF para diferentes níveis de desfolha (0; 6,25; 12,5; 25 e 50%) obtidos por Wood, Corley e Goh (1973). Isto permitiu a obtenção dos coeficientes da equação polinomial de segundo grau (com intercepto 0) para a seguinte equação:

$$Y = aX + bX^2 \dots\dots\dots[\text{Eq. 3}]$$

Onde Y é a porcentagem de perda na produção e X é a porcentagem de desfolha.

3.4.4 Quantidade absoluta de tecido foliar equivalente a percentagem de desfolha calculada em 3.4.3

Para o cálculo da quantidade absoluta de tecido foliar equivalente à porcentagem de desfolha calculada no item anterior foi utilizado o valor de área foliar de 201,5 m² para uma planta de palma de óleo com 36 folhas de acordo com Motta, García e Ayala (2000). O cálculo foi realizado conforme segue:

Desfolha Absoluta = (Proporção de desfolha*Área foliar total da planta).[Eq. 4]

3.4.5 Número de insetos necessários para consumir a área foliar correspondente (NDE)

Para esse cálculo foram utilizados os valores médios de consumo individual de *O. invirae* (item 3.3). O cálculo foi realizado pela seguinte equação:

NDE por planta = (Desfolha Absoluta / Consumo por inseto)[Eq. 5]

3.5 Desfolha artificial simulando dano ocasionado por lagartas

Para o experimento de desfolha artificial foram escolhidas duas áreas, sendo uma com irrigação complementar (microaspersão com aplicação de uma lâmina de 5 mm/dia toda a vez que não houve chuva) e outra sem irrigação, para avaliação do efeito da desfolha associado ou não ao estresse hídrico na produção. Ambas as áreas apresentavam híbridos intraespecíficos Deli X Gana com cinco anos de idade (plantio em 2010). Foram utilizadas 80 plantas em cada área sendo cinco tratamentos (níveis de desfolha 0, 25, 50, 75 e 100%) com 16 plantas cada.

A simulação dos danos ocasionados por *O. invirae* através de desfolha artificial foi realizada em cada repetição (planta) somente uma vez no início das avaliações em julho de 2015 (início do período das secas) nas folhas 9 à 17 e 18 à 24. Estas folhas estão presentes na segunda e terceira espirais totalizando 16 folhas as quais são comumente atacadas por desfolhadores. Com o auxílio de uma foice tipo malasiana foram retirados os folíolos de acordo com cada tratamento (figura 6).

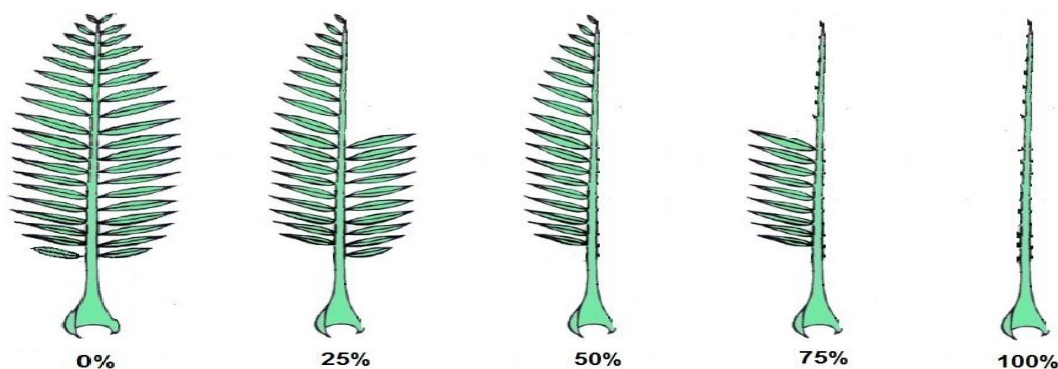


Figura 6. Níveis de desfolha adotados para simulação da injúria de *O. invirae* em palma de óleo.

A colheita dos cachos maduros foi realizada a cada 12 dias, aproximadamente. Os parâmetros avaliados foram: peso do cacho, número total de cachos, taxa de extração potencial e peso total de óleo por cacho. Além disso, registrou-se os números de cachos verdes e folhas novas emitidas na planta.

O peso dos cachos foi obtido utilizando balança comercial. Para a determinação da taxa de extração potencial, uma amostra (um quarto dos frutos de cada cacho) foi levada ao laboratório para contagem e separação dos frutos. De cada amostra, uma alíquota de 200 g de frutos teve a amêndoa separada da polpa. A polpa foi mantida em estufa dotada de fluxo de ar forçado à 75°C por 24 horas. Posteriormente, uma amostra seca de 5 g foi triturada, pesada em balança de precisão e encaminhada para o laboratório de Controle de Qualidade Industrial em tubos feitos de papel toalha para extração do óleo. A extração do óleo foi realizada por solvente hexano em extrator Soxhlet por 15 horas, conforme metodologia adotada na empresa. A matéria seca restante foi pesada e por diferença de peso se determinou a quantidade de óleo existente na amostra e por conseguinte o peso total de óleo por cacho.

3.6 Análise dos dados

Os dados de trocas gasosas foram analisados por meio de análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$), utilizando Proc MIXED. Para os valores de consumo foliar, bem como para a largura da cápsula cefálica obteve-se a média e o erro padrão para cada ínstar utilizando Proc MEANS. Na avaliação da relação entre desfolha e produção realizou-se análise de regressão utilizando Proc REG. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

4 RESULTADOS

4.1 Processos fisiológicos relacionados à desfolha

Verificou-se que a desfolha não afetou as trocas gasosas da palma de óleo. Para avaliar o efeito da desfolha sobre o processo fisiológico das plantas de palma de óleo, parâmetros de trocas gasosas foram avaliados em folíolos injuriados (manualmente e por lagartas) e não injuriados. Foram avaliados os parâmetros taxa de fotossíntese, condutância estomática, concentração intracelular de CO₂, déficit de pressão de vapor, temperatura da folha e taxa de transpiração. O ataque de *B. sophorae* resultou em remoção parcial da lâmina foliar de apenas um ou alguns folíolos que nos permitiu fazer leituras a partir do tecido remanescente dos folíolos naturalmente consumidos. Os parâmetros avaliados não foram afetados pela desfolha (Tabela 1), com exceção da taxa de transpiração que foi menor nos folíolos injuriados ($-0,91 \pm 2,81$ para folíolos naturalmente consumidos e $-1,40 \pm 3,46$ para folíolos artificialmente injuriados) em comparação com plantas intactas ($-2,88 \pm 2,83$ para o controle)

Variações na condutância e fotossíntese de folíolos ocorrem logo após a desfolha, mas demonstrou-se que elas tendem a diminuir a partir de 10 minutos depois. Avaliação dos processos de trocas gasosas foi realizada antes e após a lesão realizada manualmente para analisar as mudanças em parâmetros fisiológicos ao longo do tempo após a lesão. A temperatura da folha de uma planta foi relativamente estável a 32° C e a condutância estomática, mesmo variando, foi baixa (Figura 7). Isso mostra que a planta conserva água, mantendo os estômatos quase todos fechados. Após a lesão mecânica, mudanças de curto prazo foram observadas na condutância e na fotossíntese, mas ao longo de 30 minutos, observou-se que essas mudanças se estabilizaram. Para a outra planta, temperaturas da folha e do ambiente foram superiores em relação à situação anterior (Figura 8). Quando a temperatura das folhas excedeu 36° C, a condutância estomática foi próxima a zero, isto é, os estômatos permaneceram fechados.

Tabela 1: Efeito da desfolha causada por larvas de *B. sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) e artificial nos parâmetros fotossintéticos (\pm EPM) de híbridos interespecíficos de palma de óleo (*Elaeis oleifera* Cortés X *Elaeis guineensis* Jacq.).

Parâmetros	F ^I	Cond. ^{II}	Ci ^{III}	Transp. ^{IV}	Vpd ^V	Temp. F. ^{VI}
Natural	3,82 \pm 2,42a	0,020 \pm 0,109a	356,24 \pm 22,63a	-0,91 \pm 2,81a	2,60 \pm 0,35a	29,87 \pm 0,53a
Artificial	5,15 \pm 2,17a	0,006 \pm 0,142a	359,97 \pm 21,85a	-1,40 \pm 3,46ab	2,43 \pm 0,26a	29,46 \pm 0,52a
Controle	3,92 \pm 2,48a	0,073 \pm 0,094a	342,12 \pm 40,52a	-2,88 \pm 2,83b	2,61 \pm 0,22a	29,54 \pm 0,24a
LSD(P<0,05)	6,99	0,113	61,36	1,68	0,40	1,59

Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD à 5% de probabilidade.

^I Taxa de Fotossíntese; ^{II} Condutância estomática; ^{III} Concentração de CO₂ intracelular; ^{IV} Transpiração; ^V Déficit de Pressão de Vapor; ^{VI} Temperatura da Folha.

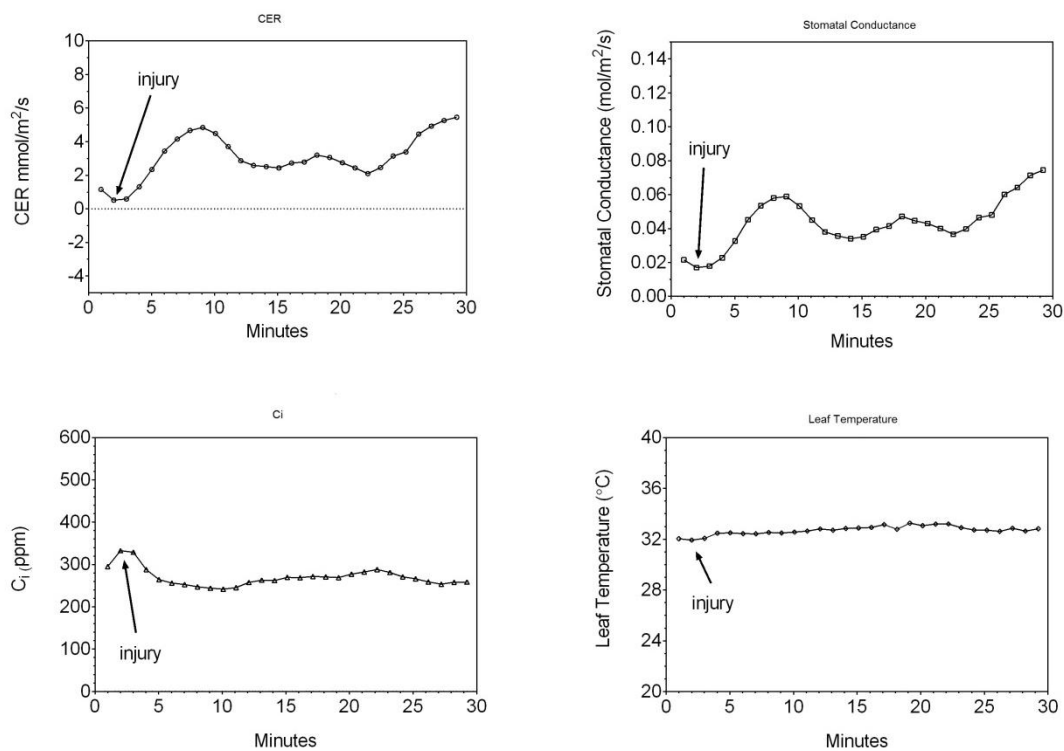


Figura 7. Parâmetros de troca gasosa obtidos em um único folíolo de palma de óleo ao longo do tempo, antes e depois de uma injúria artificial, à temperatura ambiente.

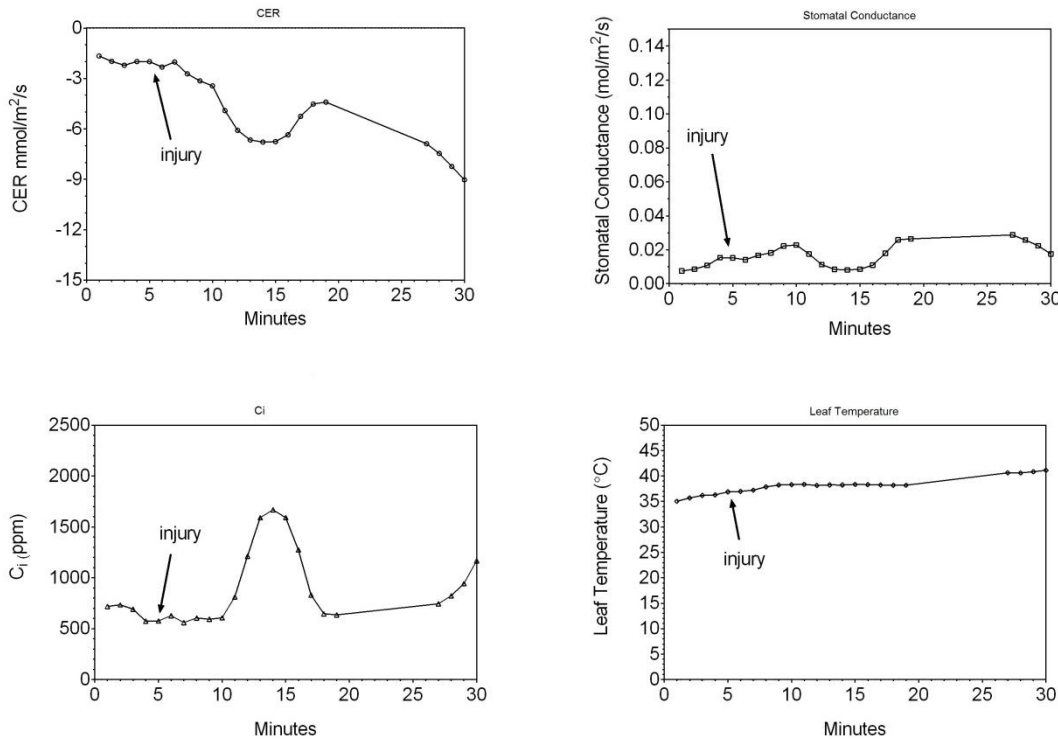


Figura 8. Parâmetros de troca gasosa obtidos em um único folíolo de palma de óleo ao longo do tempo, antes e após a injúria artificial a alta temperatura.

4.2 Consumo foliar de *O. invirae* e medida da cápsula cefálica por ínstar

Opsiphanes invirae consome durante toda sua fase larval, em média, 286,064 cm² de área foliar de palma de óleo em 43,32 dias em condições de laboratório (Tabela 2). Para determinar o consumo de *O. invirae*, seções de folíolos com área foliar definida foram oferecidas *ad libidum* e, após o consumo, a área foliar remanescente dos folíolos foi mensurada para determinação da área consumida. O consumo individual total variou entre 166,10 e 468,20 cm². Desse consumo total, 23,765 cm² (8%) foi consumido nos três primeiros ínstares (Figuras 1b, 1c e 1d), enquanto o restante, 262,12 cm², que representa 91,6%, foi consumido no quarto (Figura 1f) e quinto ínstares (Figura 1h). O consumo no quinto ínstar (208,55 cm²) foi quatro vezes maior que o do quarto ínstar (53,57 cm²). Esses dois ínstares duraram, em média, 23,4 dias correspondendo a 53,5% da duração de todo o estágio larval. Esse consumo é importante variável para determinação do nível de dano econômico.

As larvas de *O. invirae* apresentaram cinco ínstares (Tabela 2). Observações diárias foram realizadas para avaliação da mudança de ínstar. As cápsulas cefálicas

foram separadas após a mudança de ínstar para medição da largura sob microscópio estereoscópico. As medidas permitem distinguir os estádios larvais facilitando dessa forma a determinação da estrutura etária da população.

Tabela 2: Consumo foliar, dias de consumo e medida da cápsula cefálica (\pm EPM) por ínstar de *O. invirae* em palma de óleo.

ÍNSTAR	N	A.F.C. (cm ²) ^I	D.C. (dias) ^{II}	N	L.C.C. (mm ²) ^{III}
1	79	4,443 \pm 0,149	7,038 \pm 0,104	65	0,900 \pm 0,003
2	69	5,300 \pm 0,210	5,739 \pm 0,242	63	1,167 \pm 0,006
3	57	14,022 \pm 0,640	7,140 \pm 0,343	45	1,628 \pm 0,008
4	39	53,568 \pm 3,307	10,103 \pm 0,726	30	2,345 \pm 0,012
5	20	208,553 \pm 13,362	13,300 \pm 1,225	10	3,379 \pm 0,047
TOTAL		286,064	43,320		

^I Área Foliar Consumida; ^{II} Dias de Consumo; ^{III} Largura Cápsula Cefálica.

4.3 Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo

4.3.1 Limiar de Ganho (GT)

O limiar de ganho para utilização de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Dipel[®]) nas formulações WP (Pó Molhável) e SC (Suspensão Concentrada) foi de 0,36 e 0,21, respectivamente. O Limiar de Ganho representa a relação entre custo de tratamento e o valor de mercado de CFF. Na Tabela 3, estão os valores atualizados em junho de 2016 para o custo de controle de desfolhadores por hectare. Para o valor de mercado de CFF foi utilizado o valor pago pela empresa Agropalma aos produtores associados atualmente (R\$256,00). Todos esses valores foram transformados em dólar no câmbio de R\$3,50 para cada US\$1,00.

Tabela 3: Valores atualizados em junho de 2016 para o custo de controle de desfolhadores por hectare nas condições da Agropalma.

ITEM	Dipel [®] WP	Dipel [®] SC
Produto/ha	R\$ 80,00	R\$ 42,00
Maquinário/ha	R\$ 3,31	R\$ 3,31
MDO/ha	R\$ 6,10	R\$ 6,10
Total	R\$ 89,42	R\$ 51,41

4.3.2 Percentual de potencial total de produção equivalente ao Limiar de Ganho

O percentual de potencial total de produção equivalente ao Limiar de Ganho para as formulações WP e SC de Dipel® foi 1,49 e 0,86, respectivamente. Para esse cálculo foi levada em consideração a produção média do plantio com 15 anos na Agropalma em 2014 que foi de 24,42 ton/CFF/ha/ano, sendo 47.765,35 ton de CFF em 1.955,69 hectares de palma de óleo. Com isso, determinou-se o percentual de produção equivalente ao Limiar de Ganho.

4.3.3 Percentagem de área foliar que precisa ser removida para causar a percentagem de perda na produção equivalente ao Limiar de Ganho

A relação entre perda na produção e desfolha é quadrática e pode ser representada pela equação $Y = 0,4956X + 0,0028X^2$ ($R^2=0,971$). Para estimativa foram utilizados parâmetros estabelecidos por Wood, Corley e Goh (1973). Dessa forma, a percentagem de área que precisa ser removida para causar a percentagem de perda na produção equivalente ao Limiar de Ganho foi 2,96% para Dipel WP e 1,72% para Dipel SC.

4.3.4 Quantidade absoluta de tecido foliar equivalente a percentagem de desfolha

A desfolha absoluta calculada a partir da área foliar que precisa ser removida para causar perda na produção foi de 5,97m² e 3,46m², para as formulações WP e SC de Dipel®, respectivamente. Foi levada em consideração a área foliar total de 201,5 m² para uma planta adulta com 36 folhas abertas, conforme Motta, García e Ayala (2000), que é a condição recomendada em plantios de palma de óleo (CORLEY; TINKER, 2009).

4.3.5 Número de insetos necessários para consumir a área foliar correspondente (NDE)

Para os dados de Wood, Corley e Goh (1973), o nível de dano econômico por planta foi de 82,26 e 47,63 insetos por planta e 5,14 e 2,98 lagartas por folha para Dipel® WP e SC, respectivamente. Para isso, foi utilizada a área foliar absoluta correspondente à injúria (desfolha) e responsável pelo dano (perda de produção) dividido pelo consumo individual de larvas de *O. invirae*. Esse valor foi obtido dividindo

o NDE por planta por 16 folhas, pois preferencialmente essa espécie se concentra nas duas espirais medianas com oito folhas cada (segunda e terceira espirais).

Considerando o consumo acumulado para cada ínstar de *O. invirae*, temos que: 330,82 e 191,55 lagartas de primeiro ínstar; 150,86 e 87,35 lagartas de segundo ínstar; 61,39 e 35,54 lagartas de terceiro ínstar e 18,96 e 10,98 lagartas de quarto ínstar, todos por folha, representam os níveis populacionais que causam dano econômico para controle com Dipel[®] nas formulação WP e SC, respectivamente.

4.4 Desfolha artificial simulando injúria ocasionadas por lagartas desfolhadoras

Houve correlação negativa entre a desfolha e a produção em palma de óleo. Para avaliação desta correlação, diferentes níveis de desfolha foram simulados por meio de remoção de folíolos de plantas em duas áreas distintas (com e sem irrigação complementar) durante 7 meses.

O peso total de cachos maduros, bem como a produção de óleo apresentaram tendência de redução linear conforme as equações: $Y = 0,21426X + 81,6988$; $P = 0,0557$ para peso total de cachos (Figura 9) e $Y = -0,03879X + 14,52571$; $P = 0,0531$ para produção de óleo (Figura 10) com o aumento da desfolha; porém somente em área com disponibilidade de irrigação. Em áreas com déficit hídrico (sem irrigação complementar), esta relação foi também negativa e significativa ($Y = -0,00953x + 3,86875$; $P = 0,492$) para o número de cachos verdes (Figura 11).

A despeito disto, verificou-se relação linear positiva tanto para a área com irrigação complementar como para a que não teve irrigação. Estas perdas na produção em relação a desfolha podem ser expressas pelas equações:

$$Y = 0,3485X (R^2=0,4361) \text{ para área com irrigação}$$

$$Y = 0,1272X (R^2=0,1247) \text{ para área sem irrigação}$$

Considerando apenas a injúria causada por *O. invirae* nas condições da Agropalma, o NDE para Dipel[®] WP e SC foi de 60,92 e 35,22 insetos por planta e 3,38 e 1,96 lagartas por folha, respectivamente. Para esta estimativa, considerou-se o peso total de cachos maduros de 88,85 kg em área irrigada. Como não houve relação entre desfolha e produção na área que não recebeu irrigação complementar, a estimativa do NDE não foi realizada.

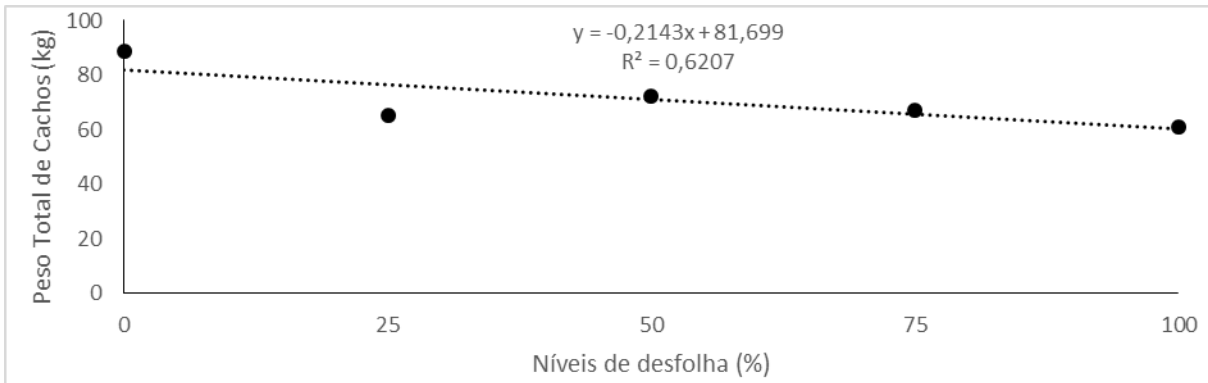


Figura 9. Relação entre níveis de desfolha e peso total de cachos em palma de óleo em área com irrigação complementar ($P=0,0557$)

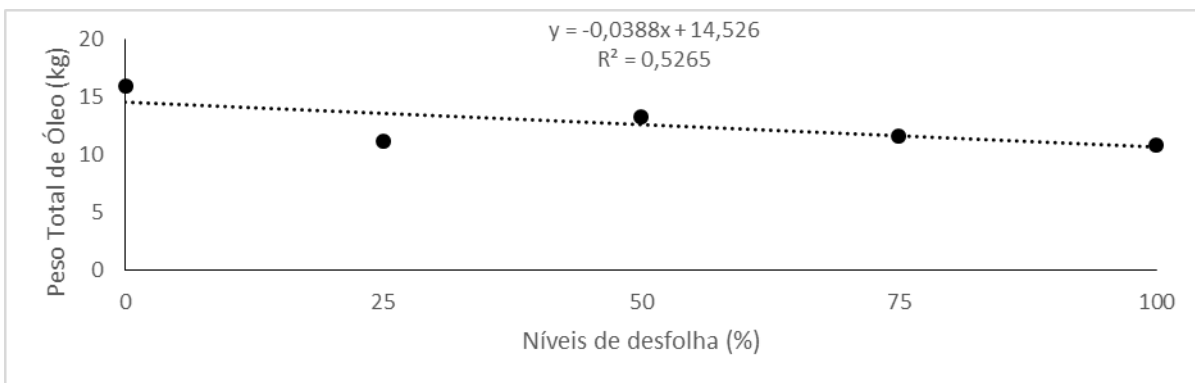


Figura 10. Relação entre níveis de desfolha e peso total de óleo em palma de óleo em área com irrigação complementar ($P=0,0531$)

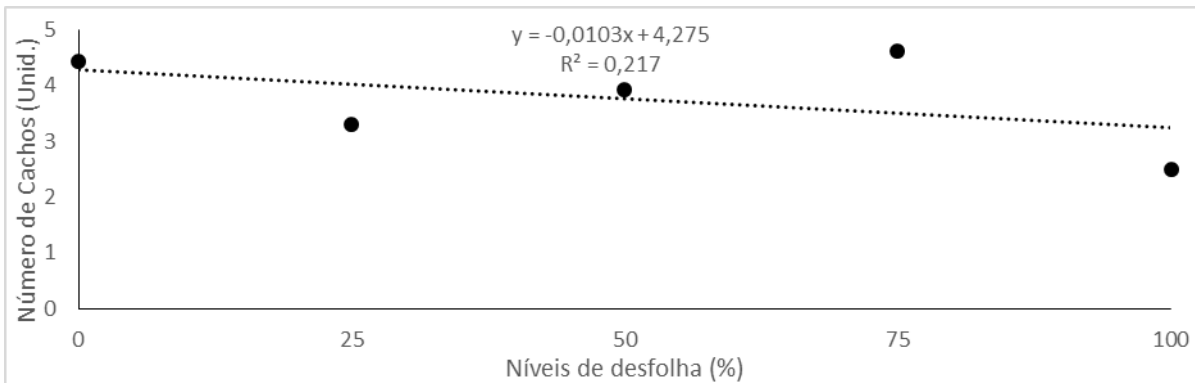


Figura 11. Relação entre níveis de desfolha e número de cachos verdes na planta em área sem irrigação complementar ($P=0,0492$)

5 DISCUSSÃO

5.1 Processos fisiológicos relacionados à desfolha

Os resultados indicam que a remoção parcial de um folíolo causada por desfolhadores lepidópteros não afetam os processos de troca gasosa do tecido remanescente em palma de óleo. Qualquer influência da desfolha sobre a troca gasosa parece ser relativamente sem importância em comparação com a regulação dos estômatos para minimizar a perda de água. Estas respostas são semelhantes àsquelas encontradas em outras espécies de plantas (ZIEMS et al., 2006). Além disso, os valores para a fotossíntese encontrados neste estudo são consistentes com aqueles já observados para palma de óleo em diferentes estágios de desenvolvimento ($3,0-27,0 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e em diferentes locais, tais como África, Ásia e América Latina (LAMADE et al., 2009; RIVERA et al., 2013).

Não podemos concluir que a injúria causa uma redução na taxa de troca de carbono (*carbon exchange rate* - CER) seguida de recuperação, apenas com os dados de fotossíntese. A situação real é que a lesão praticamente não teve nenhuma influência na CER (que é negativa, ilustrando a respiração e não a fotossíntese). Os níveis elevados de CO_2 internos indicam que cloroplastos não são fotossinteticamente ativos, que é de se esperar dado que os estômatos estão fechados. Assim, a variação da CER e C_i são respostas transientes uma vez que os processos fotossintéticos das plantas estão sendo desligadas e a fisiologia da folha passa a se regular para reduzir a perda de água.

A atividade fotossintética em palma de óleo jovem é sensível a qualquer redução na umidade do solo, uma vez que a água é rapidamente utilizável pelas plantas (REYES et al., 2013). Este fenômeno não foi verificado nesse estudo e pode estar relacionado com o fato de que as plantas foram irrigadas sempre para manter o substrato das mudas na capacidade de campo e, por conseguinte, evitar o efeito de interação entre os dois fatores de estresse (estresse hídrico e desfolha). Isto contrasta com estudos nos quais se observou que injúria às folhas causou redução da taxa fotossintética e afetou a emissão de folhas novas, o crescimento do caule e raízes, bem como a taxa de substituição foliar que acaba resultando no aumento de folhas flechas ou fechadas (HENSON, 1990a; DARUS; BASRI, 2001). Todavia, nestes estudos, as avaliações foram realizadas em plantas adultas.

Ainda, quando a frequência de desfolha é elevada, o custo de substituição da folha atacada pode superar os benefícios obtidos a partir da emissão de novas folhas e, conseqüentemente, aumento de tecido fotossinteticamente ativo, mesmo com a disponibilidade dos demais recursos (CORLEY et al., 1986). Portanto, para se recuperar de ataque de desfolhadores, as plantas podem apresentar alterações na estrutura de suas folhas e, no caso específico de desfolha drástica, o que reduz o aparato fotossintético, o processo autotrófico não é completamente interrompido e a planta pode utilizar suas reservas para substituir as folhas atacadas por novas (CORLEY; BREURE, 1992).

Anten e Ackerley (2001), trabalhando com a palma ornamental *Chamaedorea elegans* Mart. (Arecales: Arecaceae), analisaram o processo fotossintético em três níveis de desfolha e afirmaram que as plantas com desfolha apresentaram compensação através do aumento da fotossíntese por unidade de área. No caso da palma de óleo, metade do CH_2O produzido na fotossíntese é utilizada na respiração e manutenção da planta (BREURE et al., 2003). Este comportamento pode ter ocorrido nas mudas, uma vez que plantas desta idade investem grande quantidade de fotoassimilados na produção de folhas e, deste modo, precisam da maior área foliar possível para manter a taxa fotossintética.

Estudos da interação entre as trocas gasosas das plantas e as injúrias causadas por artrópodes têm mostrado resultados variáveis para diferentes espécies de plantas (WELTER, 1989; PETERSON; HIGLEY, 1993). Por exemplo, Welter (1989) mostrou que a remoção de uma porção de uma folha por insetos leva ao aumento das taxas de fotossíntese nas partes remanescentes das folhas. Por outro lado, outros estudos determinaram que a taxa fotossintética foi menor nas partes remanescentes (ALDERFELDER; EAGLES, 1976; DETLING; DYER; WINN, 1979; LI; PROCTOR, 1984). Estudos realizados em diferentes culturas indicaram que a alimentação do inseto não afetou as taxas fotossintéticas das partes remanescentes dos folíolos injuriados (ZIEMS et al., 2006).

A resposta de mudas de híbridos interespecíficos de palma de óleo a uma intensa desfolha em viveiro é desconhecida. Por conseguinte, o estudo mostra que as mudas desenvolveram respostas fisiológicas para compensar os danos causados por herbívoros. Estes processos de compensação podem ser o resultado da combinação de fatores externos ou de mudanças nos processos fisiológicos. Então, a resposta pode ser também associada ao manejo agrônomo (irrigação e substrato

adequado), o que não permitiu que as plantas passassem por qualquer tipo de estresse que, em conjunto com a lesão na folha, poderia ter causado danos significativos e irreversíveis. O nível de infestação de pragas também é um importante fator a ser considerado, principalmente se nenhuma estratégia de controle de pragas está disponível para reduzir a população.

Assim, a capacidade de compensação ao ataque de herbívoros é um fator preponderante para a produção nessa cultura, embora tenha que se levar em consideração o nível de infestação. As plantas jovens podem diferir na sua capacidade de armazenar recursos e na forma como elas os adquirem e os utilizam, quer para o seu crescimento, armazenamento ou reprodução (HENSON, 1990b). Além disso, a ausência de diferença significativa na resposta fotossintética das plantas aos danos naturais e artificiais permite-nos a sugerir a desfolha artificial como uma alternativa para ajudar estudos futuros com o objetivo de avaliar as respostas de compensação nas plantas sob condições naturais de campo.

5.2 Consumo foliar de *O. invirae* e largura da cápsula cefálica por ínstar

O consumo médio por indivíduo durante toda a fase larval de *O. invirae* corresponde aproximadamente à área foliar de um folíolo de palma de óleo. Valores semelhantes correspondentes à área foliar consumida de 1 a 1,5 folíolo foram encontrados para a espécie *O. cassina* na Venezuela, sendo 294,39 cm² (GONZÁLEZ et al., 2012) e na Costa Rica 432,10 cm² (MEXZÓN; CHINCHILLA, 2011), respectivamente. Para esta mesma espécie, outros autores encontraram valores superiores de consumo (700 a 800 cm²) correspondentes à área foliar de três folíolos de palma de óleo (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; ZENNER; POSADA, 1992). Assim, este trabalho traz informações inéditas sobre o consumo foliar para a espécie *O. invirae*. A determinação do consumo é imprescindível para determinação do número de lagartas necessárias para consumo da área foliar que causa perdas na produção, ou seja, do nível de dano econômico.

Opsiphanes invirae passou por cinco estádios larvais com duração total de 43,32 dias. Maia (2016) encontrou valores semelhantes (44,23 dias) em palma de óleo enquanto Ferreira (2006), em plantios de coco, observou duração que variou de 36 a 47 dias, ambos no Brasil. Valores similares para espécie *O. cassina* foram obtidos em outros países como Colômbia, Costa Rica e Venezuela (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; ZENNER; POSADA, 1992; MEXSÓN;

CHINCHILLA-LÓPEZ, 2011; GONZALÉZ et al, 2012; GONZÁLEZ et al., 2012). As medidas das cápsulas cefálicas de *O. invirae* foram menores que as medidas obtidas por Gonzalez et al. (2012), mostrando que *O. cassina* é ligeiramente maior que *O. invirae*, a despeito do ínstar.

Essa espécie mostrou-se voraz nos dois últimos estádios de desenvolvimento consumindo 91,6% do total consumido em toda fase larval, sendo que 72,9% do consumo ocorreu somente no quinto ínstar. Esse nível de consumo foi semelhante ao encontrado por Gonzáles et al. (2012) para *O. cassina*, em que 93,5% do consumo foi realizado por lagartas nos dois estádios finais e 77,4% no último estádio de desenvolvimento. Deste modo, a tomada de decisão de controle poderá levar em consideração o estádio de desenvolvimento da praga, evitando com isso, que larvas dos últimos ínstars causem desfolha que comprometa significativamente o desenvolvimento da planta e a produção.

Nas condições da Venezuela, o consumo da espécie *O. cassina* observado em laboratório foi semelhante ao encontrado neste trabalho para *O. invirae*, González et al. (2012) observaram aumento no consumo de 294,39 cm² para 356,51 cm² em condições de campo. Com isso, deve ser levado em consideração que o consumo aumentou em condições naturais e precisa ser estudado.

Esse trabalho contribui para o manejo dessa espécie de ocorrência abundante nas plantações de palma de óleo e coco, principalmente; porém sugere-se que sejam realizados estudos em condições de campo para confirmar se há diferença no consumo e mudanças significativas na duração dos estádios larvais. Também devem ser considerados outros materiais genéticos, pois em estudos preliminares, folíolos do híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis*) utilizados na alimentação de *O. invirae* causaram mortalidade larval expressiva, sugerindo, desta forma, eventual mecanismo de antibiose, que precisaria ser melhor avaliado.

5.3 Nível de dano econômico para desfolhadores em palma de óleo

O NDE é diretamente proporcional ao custo de controle e inversamente proporcional ao valor de mercado de CFF, injúria, dano e eficiência da tática de controle; portanto, é variável. Atualmente, o controle de *O. invirae* utilizando Dipel[®] nas formulações WP e SC custam 36% e 21% de uma tonelada de CFF produzida, respectivamente.

Mexzón e Chinchilla (2011) justificam que a produção de área foliar diária da palma de óleo é de 6.250 cm², e afirmam que o dano não pode exceder a capacidade de renovação foliar diária. Para estes autores, o nível de dano não deve ser maior que 20% (aproximadamente 1.160cm² da média de produção foliar diária segundo os autores). Utilizando plantas adultas com 40 folhas, eles determinaram o nível de infestação necessário de *O. cassina* para causar desfolha de 5, 20 e 50% para os cinco estágios larvais, sendo 13, 51 e 128 lagartas do quinto ínstar, respectivamente (MEXSÒN; CHINCHILLA, 2011). Nesse trabalho, os autores não especificam qualquer nível de dano econômico para a cultura, somente determinam quantas lagartas de cada ínstar consomem certa quantidade de área foliar de palma de óleo.

Vera (2000) menciona que a palma de óleo pode tolerar 10% de desfolha, sem comprometer a produção. Assim, com base nesta informação, o autor obteve os resultados de área foliar consumida nos diferentes estádios de desenvolvimento larval de *O. cassina*. Considerando uma planta com 40 folhas e 341 folíolos por folha, o autor determinou que, teoricamente, 6661 lagartas do primeiro ínstar ou 2498 lagartas de segundo ínstar ou 833 lagartas de terceiro ínstar ou 222 lagartas de quarto ínstar ou 38 lagartas de quinto ínstar podem consumir 10% da área foliar. Nesse trabalho também não houve a determinação o nível de dano.

De forma empírica, as empresas produtoras de palma de óleo no Pará adotam 10 a 30 lagartas até o terceiro ínstar por folha como nível de controle. Este nível é superior ao nível determinado neste estudo. Portanto, este estudo permite a revisão dos atuais níveis adotados pelas empresas. Ainda, na determinação do NDE considerou-se que as aplicações dos produtos biológicos apresentam elevada eficiência no controle de lagartas desfolhadoras. Todavia, as aplicações são realizadas a partir de equipamentos que estão no solo. Aparentemente, as folhas da porção inferior da copa impedem que parte do produto atinja as folhas onde normalmente as lagartas atacam as plantas.

5.4 Desfolha artificial simulando dano ocasionado por lagartas

As respostas de plantas à desfolha natural ou artificial têm sido extensivamente estudadas (EYLES et al, 2011; BARRY et al, 2012; IQBAL; MASOOD; KHAN, 2012).

O mínimo de chuva mensal satisfatório para a produção da palma de óleo está entre 120 mm e 150 mm, e que quanto menor é o déficit hídrico, maior é a produção anual de cachos, as variações no regime de chuvas afetam a emissão foliar, o número e o peso médio dos cachos (BASTOS et al., 2001). Com isso, o déficit hídrico enfrentado pelas plantas na área não irrigada foi determinante para a não significância dos resultados encontrados, mostrando uma produção insignificante em todos os níveis de desfolha e que a interação entre disponibilidade de água e desfolha afetam a produção.

As alterações no rendimento de cachos são sempre devido às mudanças no número de cachos ou peso do cacho, principais componentes de produção. Para compreender os efeitos do ambiente sobre esses componentes deve-se observar as oscilações da produção. Tipicamente, o número de cachos é mais variável do que o peso médio de cachos (CORLEY; TINKER, 2009). Porém nesse trabalho, o efeito da desfolha no número de cachos somente foi significativo enquanto ainda verdes na planta e para área não irrigada. Para o peso médio, as diferenças entre os níveis de desfolha não foram significativas, mas em relação ao peso total dos cachos, a regressão mostra uma tendência linear negativa.

Os resultados encontrados por Wood, Corley e Goh (1973) para a relação entre as perdas em produção e a desfolha simulada, bem como mais os resultados de que a desfolha simulada não afeta os processos fisiológicos nos tecidos remanescentes de palma de óleo, justificaram a condução desse experimento para verificar e separar a interação entre dois estresses que causam perdas na produção (estresse hídrico e desfolha). Porém, a desfolha foi realizada por meio da remoção de folíolos e não pela remoção da folha inteira como no experimento de Wood, Corley e Goh (1973). Assim, mesmo com 100% de desfolha, ainda restaram partes do ráquis e do pecíolo (Figura 6) da folha, onde reservas e partes verdes permaneceram ativas para utilização da planta (HENSON 1990).

Diante disto, os resultados deste estudo, que será continuado, reúne os dados de apenas 7 meses. Esse intervalo de tempo deve ter sido insuficiente para permitir que perdas significativas na produção pudessem ser determinadas embora já tenha sido observado indicação de redução na produção em relação à desfolha. Em contrapartida, outros estudos determinaram a diminuição da produção de óleo nos primeiros 10 meses após a desfolha, com consequências fisiológicas incluindo

aborto de inflorescências, produção de inflorescências masculinas e diminuição do número de folhas novas (WOOD; CORLEY; GOH, 1973; HENSON 1991).

Utilizando dados de Wood, Corley e Goh (1973) para uma desfolha de 50% em dois anos de avaliação, chegou-se a perdas reais acima de 30% na produção, enquanto os dados obtidos nas condições deste estudo foram de 18,7% e 31,2% para 50 e 100% de desfolha, respectivamente. Isso mostra que a produção acumulada em dois anos é mais afetada do que a produção imediata de seis meses e também justifica uma avaliação posterior a dois anos para verificar o efeito nos processos internos da planta na fase de diferenciação floral. Portanto, preferiu-se a utilização desses dados para determinação do nível de dano econômico.

A remoção de folhas geralmente resulta no aumento da taxa de fotossíntese das folhas restantes, devido a uma maior disponibilidade de luz após a desfolha (ANTEN; ACKERLY, 2001). Esta fotossíntese compensatória pode resultar de mudanças induzidas pela desfolha em relação fonte-dreno, embora a redução da concorrência entre as folhas restantes por água e nutrientes fornecidos pelas raízes, bem como a ocorrência de graves eventos climáticos, não podem ser descartados (MARTÍNEZ-RAMOS; ANTEN; ACKERLEY, 2009; IQBAL; MASOOD; KHAN, 2012).

Por último, como o nível de ação a ser adotado para tomada de decisão de controle deve ser um nível de segurança, abaixo do NDE, os atuais valores utilizados pelos produtores de palma de óleo precisam ser revistos, pois são superiores. Estes níveis foram baseados em dados obtidos para outras espécies e em outras regiões (GENTY; MORIN; KORYTKOWSKI, 1978; MEXZÓN; CHINCHILLA, 2011, VERA, 2000). Não obstante, monitoramento deve ser realizado com frequência para que estes níveis sejam detectados a tempo de permitir que as táticas de controle sejam realizadas e, dessa forma, se evite comprometimento da área foliar e, conseqüentemente, da produção.

6 CONCLUSÕES

- A taxa fotossintética no tecido remanescente do folíolo do híbrido interespecífico da palma de óleo não é afetada pela desfolha artificial ou natural causada por *B. sophorae*;
- Híbridos interespecíficos de palma de óleo (*Elaeis oleifera* Cortés X *Elaeis guineensis* Jacq.) apresentam respostas compensatórias à desfolha, modificando suas características fisiológicas e evitando o desperdício de água;
- A injúria mecânica pode ser usada em estudos para simular desfolha em palma de óleo;
- *Opsiphanes invirae* consome em laboratório 286,064 cm² de tecido foliar da palma de óleo durante sua fase larval, que dura, em média, 43,32 dias e passa por cinco ínstaras;
- O nível de dano econômico para utilização do produto Dipel[®] nas formulações WP e SC é de 5,14-2,98 lagartas por folha, respectivamente;
- O nível de controle deve considerar o estágio larval, a época de amostragem e a eficiência do produto para evitar que as larvas atinjam o 5^o. Instar e o nível de dano econômico seja atingido.

7 REFERÊNCIAS

- ABRAPALMA. Associação Brasileira de Produtores de Óleo de Palma. **A palma no Brasil e no mundo**. Disponível em: <http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- ADAM, H., JOUANNIC, S., ESCOUTE, J., DUVAL, Y., VERDEIL, J. L., & TREGGAR, J. W. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). **American Journal of Botany**, v. 92, n. 11, p. 1836-1852, 2005.
- ALDANA, R. C.; ALADANA, J. A.; MOYA, O. M. Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum*. **Boletín técnico**, Cenipalma. No. 23, 60 p., 2010.
- ALDERFELDER, R. G.; EAGLES, C. F. The effect of partial defoliation on the growth and photosynthetic efficiency of bean leaves. **Bot. Gaz.** v. 137, p. 351-355, 1976.
- ANTEN, N. P.; ACKERLY, D. D. A new method of growth analysis for plants that experience periodic losses of leaf mass. **Functional Ecology**. v. 15, n. 6, p. 804-11, 2001.
- BARCELOS, E.; MORALES, E.A.V. Limitações, avanços tecnológicos e perspectivas para a transferência de tecnologia no agronegócio do dendê. In: MÜLLER, A. A.; FURLAN JÚNIOR, J. (Eds.). **Agronegócio do dendê: Uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 125-130, 2001.
- BARRY, K. M.; QUENTIN, A.; EYLES, A.; PINKARD, E. A. Consequences of resource limitation for recovery from repeated defoliation in *Eucalyptus globulus* Labillardière. **Tree Physiology**, Hobart, v. 32, p. 24–35, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpr128>.

BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, M. N.; ASSAD, E. D.; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p. 564-570, 2001.

BONDAR, G. **Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil**. Tipografia Naval, Bahia, 160p., 1940.

BREURE, K.; CORLEY, R. H. V.; PHILLIPS, R. L.; LUBIS, A.; LUBIS, A. U.; NORIET, R. A.; NOUY, J. M.; JACQUEMARD, J. C.; BREURE, C. J.; LUBIS, A. U.; GASSELIN, D. The search for yield in oil palm Basic principles. In: **PORIM International Palm Oil Conference**. Progress, Prospects and Challenges Towards the 21st Century. (Agriculture) September 9-14, Kuala Lumpur, Malaysia (No. L-0515). PPI, 2003.

BRANDÃO, F.; SCHONEVELD, G. The state of oil palm development in the Brazilian Amazon: Trends, value chain dynamics, and business models. **Working Paper 198**. Bogor, Indonesia, v. 198, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17528/cifor/005861>>.

BROKAMP, G.; VALDERRAMA, N.; MITTELBAACH, M.; GRANDEZ, C. A. R.; BARFOD, A. S.; WEIGEND, M. Trade in palm products in North-Western South America. **Botanical Review**, v. 77, n. 4, p. 571-606, 2011.

CALVACHE GUERRERO, H. The Integrated Pest Management in the Oil Palm Agroecosystem. **Palmas**, Colômbia, v. 22, n. 3, p. 51-60, 2001.

CARVALHO, M. C.; QUEIROZ, P. C. D.; RUSZCZYK, A. Protandry and female size-fecundity variation in the tropical butterfly *Brassolis sophorae*. **Oecologia**, v. 116, n. 1-2, p. 98-102, 1998.

CAYON, D. G. Apuntes sobre fisiologia del crecimiento y desarrollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) **Palmas**, Colombia, v. 20, n. 3, p. 43-54, 1999.

CHIA, G. S.; LOPES, R.; CUNHA, R. D.; ROCHA, R. D.; LOPES, M. T. G. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 249-254, 2009.

CLEMENT, C. R.; LLERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencias**, Montevideo, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **La palma de aceite**. Traduces: Maldonado, E. Cuarta edición, Editorial Blackwell Publishing Ltda., Oxford. Fedepalma, Bogota (Colombia), 2009, 604 p.

CORLEY, R. H. V. Inflorescence abortion and sex differentiation. In: Oil palm research (Ed. by CORLEY, R. H. V., HARDON, J. J. & WOOD, B. J.). **Elsevier**, Amsterdam, p. 37–54, 1976a.

CORLEY, R. H. V. Photosynthesis and productivity. In: Oil palm research (Ed. by CORLEY, R. H. V.; HARDON, J. J.; WOOD, B. J.), **Elsevier**, Amsterdam, p. 55–76, 1976b.

CORLEY, R. H. V.; WOOL, K. C.; WONG, C. Y. Progress with vegetative propagation of oil palm. **Planter**, Kuala Lumpur, v. 55, n. 641, p. 377–380, 1979.

CORLEY, R. H. V.; GRAY, B. S. Growth and morphology. In: Oil Palm Research (Ed. by CORLEY, R. H. V.; HARDON, J. J.; WOOD, B. J.), **Elsevier**, Amsterdam, p. 55-86, 1982.

CORLEY, R. H. V.; LEE, C. H.; LAW, I. M.; WONG, C. Y. Abnormal flower development in oil palm clones. **Planter**, Kuala Lumpur. v. 62, N.723, p. 233-244, 1986.

CORLEY, R. H. V.; BREURE, C. J. Fruiting activity, growth and yield of oil palm. I. Effects of fruit removal. **Experimental Agriculture**, v. 28, n. 1, p. 99-109, 1992.

CRUZ, M. A. R. R. Principales plagas de la Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en América Tropical, su manejo y control. In: **Conferencia curso de entrenamiento en Palma Africana**. (No. D-0212) United Brands, Quepos, Costa Rica, 1986, 55p.

DE LA TORRE, R. C. A., DE LA TORRE, J. A. A., MOYA, O. M. Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Boletines técnicos**, v. 23, p. 56, 2010.

DETLING, J. K.; DYER, M. I.; WINN, D. T. Effect of simulated grasshopper grazing on carbon dioxide exchange rates of western wheatgrass leaves. **J. Econ. Entomol.**, v. 72, n. 3, p. 403-406, 1979.

DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; *Palmae*. In: Flowering plants: Monocotyledons. **Springer-Verlag**, Alemanha, p. 306-389, 1998.

DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; ASMUSSEN, C. B.; BAKER, J. W.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E. *Genera palmarum*. The evolution and classification of palms. **Kew Publishing**, Reino Unido, 2008, 732p.

DUFRENE, E.; SAUGIER B. Gas exchange of oil palm in relation to light, vapour pressure deficit, temperature and leaf age. **Funct. Ecol.**, v. 1, p. 97-104, 1993.

EVANS, L. T. Physiological aspects of crop improvement. In: EVANS, L. (Ed.) *Crop evolution, adaptation and yield*. **Cambridge University Press**, Cambridge, v. 1, p. 169-268, 1996.

EYLES, A.; SMITH, D.; PINKARD, E. A.; SMITH, I.; CORKREY, R.; ELMS, S.; BEADLE, C.; MOHAMMED, C. Photosynthetic responses of field-grown *Pinus radiata* trees to artificial and aphid-induced defoliation. **Tree Physiology**, Tasmania v. 31, n. 6, p. 592-603, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpr046>>.

FERREIRA, J. M. S. **Produção integrada de coco: Pragas de coqueiro no Brasil de A a Z**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, v.1, 2006. 1 CD-ROM.

FURLAN JÚNIOR, J.; MÜLLER, A. A. **A agricultura familiar e a dendeicultura na Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, (Comunicado Técnico), 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/407374>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

GAO, J. C.; GUO, G. J.; GUO, Y. M.; WANG, X. X.; DU, Y. C. Measuring plant leaf area by scanner and ImageJ software. **China Vegetables**, v. 1, n. 2, p. 73-77, 2011.

GALLO, D. N.; NETO, O. S.; CARVALHO, S.; BATISTA, R. P. L. **Entomologia agrícola**, Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, (No. 632.7 E61e), 920p., 2002.

GENTY, P. H.; MORIN, R.; J. P. KORYTKOWSKI, C. A. Las plagas de la palma aceitera en américa latina. **Oléagineux**, Francia, v. 33, n. 7, p. 325-415, ISSN 0030-2082, 1978.

GENTY, P. Manejo y control de las plagas de la palma aceitera en América tropical. **Curso ASD para agrónomos y administradores de Palmas de Oriente**, Colombia. 1989. 11p.

GERRITSMA, W. Light interception, leaf photosynthesis and sink-source relations in oil palm. **Wageningen Agricultural University**, The Netherlands, No. D-0505, 1998.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. F. Epizootia em larvas de *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) causada por *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., com estudos de identificação e sintomatologia. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira – SEB**, v. 6, n. 2, p. 239-247, 1977.

HENDERSON, J.; OSBORNE, D. J. The oil palm in all our lives: how this came about. **Endeavour**, v. 24, n. 2, p. 63-68, 2000.

HENRY, P. Morphologie de la feuille d'*Elaeis* au cours de sa croissance. **Rev. gén. Bot**, v. 62, p. 319-323, 1955.

HENSON, I. E. Retardation of inflorescence growth in oil palm. **Trans. Malay. Soc. Pl. Physiol**, v. 1, p. 207-214, 1990a.

HENSON, I. E. Photosynthesis and source-sink relationships in oil palm (*Elaeis guineensis*). **Trans. Malay. Soc. Pl. Physiol**, v. 1, p. 165-171, 1990b.

HENSON, I. E. Age-related changes in stomatal and photosynthetic characteristics of leaves of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Elaeis**, v. 3, p. 336-348, 1991.

HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P. Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 46, n. 1, p. 233-243, 1993.

HOMMA, A. Política agrícola ou política ambiental para resolver os problemas da Amazônia? **Revista de Política Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 99-105, 2010.

HORMAZA, P.; FUQUEN, E. M.; ROMERO, H. M. Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 69, n. 4, p. 275-280, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162012000400007>>. Acesso em: 23 mai. 2016.

IBGE-SIDRA – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: produção agrícola municipal. Lavoras Temporárias e Permanentes, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=29&i=P>>.

Acesso em: 23 mai. 2016.

IMAGEJ®. **Image processing and analyse in Java**. 2014. Disponível em: <<http://rsb.info.nih.gov/ij/index.html>>. Acesso em: 26 mai. 2016.

IQBAL, N., MASOOD, A.; KHAN, N. A. Analyzing the significance of defoliation in growth, photosynthetic compensation and source–sink relations. **Photosynthetica**, Aligarh, v. 50, n. 2, p. 161–170, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-012-0029-3>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

LAMADE, E.; SETIYO, I. E.; GIRARD, S.; GHASHGHAIE, J. Changes in ¹³C/¹²C of oil palm leaves to understand carbon use during their passage from heterotrophy to autotrophy. **Rapid communications in mass spectrometry**, v. 23, n. 16, p. 2586-2596, 2009.

LEMOS, W. P.; EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; RIBEIRO, R. C. Potencial de emprego de percevejos predadores em cultivos amazônicos. In: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNINASSI, J. R. (Eds.). **Fitossanidade na Amazônia**: inovações e tecnologias. 3^o ed., Belém, Embrapa, v. 1, p. 249-274, 2007.

LEMOS, W. P.; BOARI, A. J. Manejo de pragas e doenças no cultivo da palma de óleo na Amazônia. In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, E. F. da. (Org). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, p.145-152, 2010.

LEMOS, W. P.; LINS, P. M. P.; TREVISAN, O. Palmeiras. In: SILVA, N. M. da; ADAIME, R., ZUCCHI, R. A. (Org.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. 1ed., Brasília, EMBRAPA, v. 1, p. 223-259, 2016.

LI, J. R.; PROCTOR, J. T. A. Simulated pest injury effects photosynthesis and transpiration of apple leaves. **HortScience**, U.S.A., v. 19, p. 815-817, 1984.

LINS, P. M. P.; BRICEÑO, S. H. R.; FERREIRA, J. M. S. Principais pragas e doenças do coqueiro no Estado do Pará. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R. (Eds). **Manejo integrado das principais pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 1º Ed., p. 193-220, 2002. ISBN 85-87690-15-9

LORIA, R.; CHINCHILLA-LÓPEZ, C. M.; DOMÍNGUEZ, J.; MEXZÓN-VARGAS, R. G. An effective trap to capture adults of *Opsiphanes cassina* F. (Lepidoptera: Nymphalidae) and observations on the behavior of the pest in oil palm. **ASD Oil Palm Papers**, San José, v. 21, p. 1-8, 2000.

MAIA, P. S. P. **Resistência de genótipos de palma de óleo (*Elaeis guineensis*, Jacq.) ao ataque de *Opsiphanes invirae* Hübner, 1808 (Lepidóptera: Nymphalidae) no estado do Pará**. 2016. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Entomologia Agrícola) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Jaboticabal, 2016.

MARICONI, F. A. M. As lagartas das palmeiras. *A-Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758); *B-Brassolis astyra* Godart, 1821. **O Biológico**, v. 18, p. 103-107, 1952.

MARTÍNEZ-RAMOS, M.; ANTEN, N. P.; ACKERLY, D. D. Defoliation and effects on vital rates of an understory tropical rain forest palm. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 5, p.1050–1061, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01531.x>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

MEXSÓN, R. G.; CHINCHILLA-LÓPEZ, C. M. *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), defoliador de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en América Central. **ASD Oil Palm Papers**, n. 36, p. 14-33, 2011.

MONTE, O. **Borboletas que vivem em plantas cultivadas**. Secretaria da Agricultura, 1934.

MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F. **Pragas do coqueiro e dendezeiro**. Viçosa, Aprenda Fácil, 1998. 124p.

MOTTA, D. F.; GARCÍA, J. A.; AYALA, A. Efecto de la poda en el desempeño fisiológico y productivo de la palma de aceite en la Zona Norte colombiana. **Revista Palmas**, v.1, n. 21(especial), p. 41-46, 2000.

MAY, C. Y. MALASIAN PALM OIL COUNCIL (MPOC). **Oil palm: a versatile ingredient for food and non-food applications**. 2012. Disponível em: <http://mpoc.org.my/upload/POTS_INDIA2012_DatukDrChoo.pdf> Acesso em: 24 mai. 2016.

MÜLLER, A. A.; FURLAN JÚNIOR, J.; CELESTINO FILHO, P. **A Embrapa Amazônia Oriental e o agronegócio do dendê no Pará**. 1º Ed. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 257, 2006. 67p. ISSN 1517-2201. Disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online>.

NETO C. DE SÁ, C.; FONTENELLE, J. C. R.; RIBEIRO, S. P.; MARTINS, R. P. Danos foliares causados por insetos em *Heliconia episcopalis* Vellozo (Heliconiaceae: Zingiberales) no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. **Biota: Boletim Técnico Científico da Diretoria de Biodiversidade do IEF**, MG. v. 3, n. 6, p. 4-18, 2011.

NG, S. K.; ROLF VON UEXKULL, H. Botanical aspects of the oil palm relevant to crop management. In: **Oil Palm: Management of large and sustainable yields**. (No. L-0515), 2003.

PEÑA, Y. Y. C. **Bioecología del gusano de la palma, *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae), en Caracas, Venezuela**. 2013. 150f. (Tese de Doutorado em Ciências) Departamento e Instituto de Zoología Agrícola, Faculdade de Agronomía, Universidade Central da Venezuela, Caracas, 2013.

PETERSON, R. K.; HIGLEY, L.G. Arthropod injury and plant gas exchange: current understandings and approaches for synthesis. **Trends Agric. Sci. Entomol**, v.1, p. 93-100, 1993.

PYENSON, L. The problems of Applied Entomology in Pernambuco, Brazil, Part II. A survey of some of the pests of the crops of Pernambuco. **Rev. de Entom**, Rio de Janeiro. v. 9, n. 1-2, p. 16-31, 1938.

REBELLO, F. K.; COSTA, D. H. M. A experiência do Banco da Amazônia com projetos integrados de dendê familiar. **Contexto Amazônico**, Belém, v. 5, n. 22, p.1-8, 2012.

REES, A. R. Field observations of midday closure of stomata in the oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. **Nature**, v. 182, p. 735-736, 1958.

REES, A. R. Midday closure of stomata in the oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. **J. Exp. Bot**, v. 12, p. 129-146, 1961.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas da bananeira [*Musa acuminata*; Controle químico; São Paulo; Brasil]. **Informe Agropecuário**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. v. 6, n. 63, p. 36-41, 1980.

REYES, R.; RIAÑO, N.; CHINCHILLA, C.; IBARRA, N. Physiological response of young oil palms (*Elaeis guineensis* Jacq.) to a steady water supply under greenhouse conditions. **ASD Oil Palm Papers**, v. 41, p. 1-11, 2013.

RIBEIRO, R. C.; LEMOS, W. P.; BERNARDINO, A. S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A. A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p.131-132, 2010.

RIVERA, M.; DAYANNA, Y.; CAYÓN, S.; GERARDO, D.; LÓPEZ, M.; EDGARDO, J. Physiological and morphological characterization of american oil palms (*Elaeis oleifera* HBK Cortes) and their hybrids (*Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis*) on the Indupalma plantation. **Agronomía Colombiana**, v. 31, n. 3, p. 314-323, 2013.

RUIZ ROMERO, R.; HENSON, I. E. Photosynthesis and stomatal conductance of oil palm in Colombia: some initial observations. **Planter**, Kuala Lumpur, v. 78, n. 915, p. 301-308, 2002.

RUSZCZYK, A. Spatial patterns in pupal mortality in urban palm caterpillars. **Oecologia**, v. 107, n. 3, p. 356-363, 1996.

SAKAZAKI, A. Y.; RIBEIRO, R. C.; TINOCO, R. S.; LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C. Registro de espécies de *Conura* spp., parasitóides e hiperparasitóides em insetos-praga em cultivos da palma do óleo na região Amazônica. In: III SIMBRAS, 2011, Viçosa - MG. III SIMBRAS - III Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável: O Uso de Tecnologias Limpas e Agroenergia, 2011.

SANTOS, M. D.; D'ÁVILA, J. L.; COSTA, R. D.; REBELLO, F. K.; LOPES, M. O comportamento do mercado do óleo de palma no Brasil e na Amazônia. In: **Banco da Amazônia S.A Consultoria Técnica** - Coordenadoria de Estudos Especiais COESP, Estudo Setoriais, 1998. 11p.

SILVA, A. D. B. *Sibine* sp., lagarta urticante nociva às plantas e ao ser humano no estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, Comunicado Técnico, v. 50, p. 1-3, 2001.

SMITH, B. G. The effects of soil water and atmospheric vapour pressure deficit on stomatal behaviour and photosynthesis in the oil palm. **J. Exp. Bot**, v. 40, n. 6, p. 647-651, 1989.

SMITH, B. G. Correlations between vegetative and yield characteristics and photosynthetic rate and stomatal conductance in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Elaeis**, v. 5, n. 1, p. 12-26, 1993a.

SMITH, B. G. Oil palm breeding, the potential for physiological selection criteria. In: Proc. 1991 PORIM International Palm Oil Conference – Agriculture (Ed. by BASIRON, et al.), **Palm Oil Res**, Institute Malaysia, Kuala Lumpur. p. 57–62, 1993b.

SOUZA, L. A.; CELESTINHO FILHO, P.; SILVA, A. B. Principais pragas do dendezeiro e seu controle. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Eds.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 374p.

STONE, J. D.; PEDIGO, L. P. Development and Economic-Injury Level of the Green Cloverworm on Soybean in Iowa. **J. Econo. Entomol**, v. 65, n. 1, p. 197-201, 1972. Disponível em: <<http://jee.oxfordjournals.org/>>. Acesso em: 14 Jun. 2016

TINÔCO, R. S. **Inimigos naturais e lepidópteros desfolhadores associados à *Elaeis guineensis* Jacq. Na Agropalma, Amazônia Brasileira**. 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

VEIGA, A.; SMIT, L.; FÚRIA, L.R.R. Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: A experiência do Brasil. In: MÜLLER, A.A.; FURLAN JÚNIOR, J. **Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 288p.

VERA, J. C. Avances preliminares sobre el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas em Palmas del Espino S.A. Perú. **Palmas**, Santafe de Bogota, v. 21 (especial), p. 227-233, 2000.

WAHID, M. B.; ABDULLAH, S. N. A.; HENSON, I. E. Oil Palm - Achievements and Potential. **Plant Production Science**, Brisbane, Queensland, v. 8, n. 3, p. 288-297, 2004.

WELTER, S. C. Arthropod impact on plant gas exchange. **Insect-plant interactions**, v. 1, p. 135-150, 1989.

WOOD, B. J.; CORLEY, R. H. V.; GOH, K. H. Studies on the effect of pest damage on oil palm yield. In: WASTIE, R. L.; EARP, D. A. (Eds.) **Advances in oil palm cultivation**. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p. 360-379, 1973.

ZANETTI, R.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J. C.; MOURA, J. I. L. Búsqueda de alimento y marcación de trillo por larvas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) en condiciones naturales. **Rev. de Biología Tropical**, v. 47, n. 4, p. 1035-1038, 1999. Disponible em: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74411999000400037&lng=es&nrm=iso&tlng=es - 1a

ZENNER, I.; POSADA, F. Manejo de insectos plaga y benéficos de la palma africana. **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)**, Manual de Asistencia Técnica. Colombia. v. 54, p. 98-105, 1992.

ZIEMS, J. R.; ZECHMANN, B. J.; HOBACK, W. W.; WALLACE, J. C.; MADSEN, R. A.; HUNT, T. E.; HIGLEY, L. G. Yield response of indeterminate potato (*Solanum tuberosum* L.) to simulated insect defoliation. **Agr. Journal**, v. 98, n. 6, p. 1435-1441, 2006.