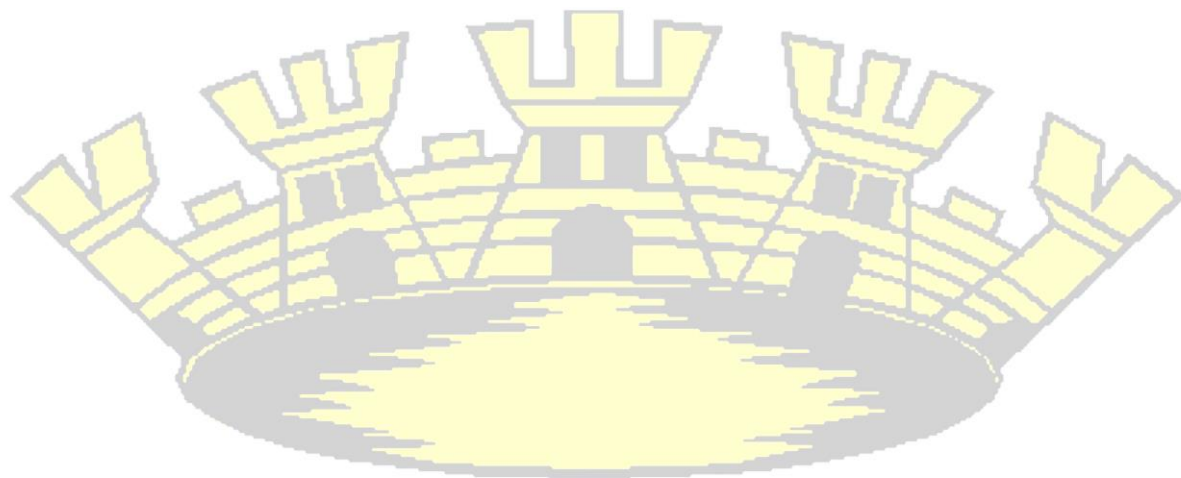


ANA CLÁUDIA VIEIRA DOS SANTOS



DESENVOLVIMENTO DE *Ascia monuste orseis* EM COUVE E *Cleome*
sp. E BIOATIVIDADE DE *Ocimum campechianum* Mill.

RIO BRANCO – AC

2018

ANA CLÁUDIA VIEIRA DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE *Ascia monuste orseis* EM COUVE E *Cleome*
sp. E BIOATIVIDADE DE *Ocimum campechianum* Mill.

Tese apresentada ao Programa de Pós -
graduação em Agronomia, Área de
Concentração em Produção Vegetal, da
Universidade Federal do Acre, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Hipólito
de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Carromberth
Carioca Fernandes

RIO BRANCO - AC

2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S237d Santos, Ana Cláudia Vieira dos, 1985-
Desenvolvimento de *Asciamonusteorseis* em couve e Cleomesp. e bioatividade de *Ocimumcampechianum* Mill./ Ana Cláudia Vieira dos Santos; orientador Dr. Adalberto Hipólito de Sousa, co-orientador Dr. Carromberth Carioca Fernandes . – 2018.
87 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, 2018.
Incluem referências bibliográficas e apêndices.

1. Couve. 2. Larvas. 3. Inseto. I. Sousa, Adalberto Hipólito de. II. Fernandes, Carromberth Carioca. III. Título.

CDD: 630

Bibliotecária: Maria do Socorro de Oliveira Cordeiro CRB-11/667

ANA CLÁUDIA VIEIRA DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE *Ascia monuste orseis* (Godart) EM COUVE E *Cleome*
sp. E BIOATIVIDADE DE *Ocimum campechianum* Mill.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal.

APROVADA em 28 de setembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Dr. ADALBERTO HIPÓLITO DE SOUSA (Orientador)
Universidade Federal do Acre



Dra. REGINA LÚCIA FÉLIX FERREIRA (Membro)
Universidade Federal do Acre



Dra. MARILENE SANTOS DE LIMA (Membro)
Universidade Federal do Acre



Dra. ALMECINA ALBINO FERREIRA (Membro)
Universidade Federal do Acre



Dra. CLARICE MAIA CARVALHO (Membro)
Universidade Federal do Acre

*Aos meus amados pais,
Maria do Carmo Vieira dos Santos e
Raimundo da Silva dos Santos,
Por todo amor, e por terem me ensinado
o mais importante na vida ... A Honestidade
e o Respeito ao próximo.*

*Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo
carinho e incentivo sempre.*

*Ao Francisco Fragoso dos Santos, meu
namorado, por toda ajuda, apoio e carinho,
durante essa árdua e prazerosa caminhada.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida, por ser tão bondoso e misericordioso comigo, me concedendo sempre além daquilo que imagino.

Ao Professor Dr. Adalberto Hipólito de Sousa, pela orientação durante todos esses anos de mestrado e doutorado, pelos ensinamentos repassados, pela compreensão nos momentos difíceis, pelos momentos de descontração, tão necessários algumas vezes, e também pelos puxões de orelha que me ajudaram a crescer em alguns aspectos.

Ao Professor Dr. Carromberth Carioca Fernandes, um exemplo de humildade e simplicidade, por toda ajuda tão necessária, pela doação e paciência para ensinar, e pelos conselhos e amizade.

À professora Dra. Regina Lúcia Felix Ferreira, um exemplo de ser humano, a quem tenho imenso apreço, por todos os ensinamentos repassados durante a pós-graduação e por todo o carinho a mim dedicado.

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Produção Vegetal pelos ensinamentos.

Aos meus irmãos, em especial as minhas irmãs, Maria da Conceição Vieira dos Santos (Ceixa), por me ajudar tanto durante todos os anos de graduação e Pós-graduação, me acolhendo em sua residência com todo carinho, e sempre se preocupando comigo. E Cassiana Vieira dos Santos, por todo amor, conselhos, incentivos e por sempre acreditar em mim.

À minha amiga, Jamila Farias Mendonça, por toda ajuda, apoio e momentos de descontração vivos durante todo o período do doutorado. Ao Felipe Gonçalves Pilta, colega de laboratório, pela ajuda e presteza.

Aos colegas de Pós-graduação, pela amizade, colaboração nos trabalhos e momentos de descontração vividos, especialmente a Waldiane Araújo de Almeida, Kelciane Souza Azevedo, Lucas Martins Lopes, Josiane Moura do Nascimento, Roger Ventura, Ueliton Oliveira de Almeida e a todos os demais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

À Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Acre pela concessão da Bolsa de estudo.

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *Ascia monuste orseis* em couve e *Cleome* sp., bem como a bioatividade do extrato bruto de *Ocimum campechianum* e de sua fração diclorometano (DCM) sobre essa praga. Ovos do inseto foram coletados em couve e em *Cleome* sp. e as larvas originadas foram avaliadas quanto à preferência alimentar larval, assim como o desenvolvimento do inseto a partir da alimentação de larvas de três dias. O extrato bruto e sua fração DCM foram avaliados quanto à toxicidade, em concentrações crescentes, definidas em testes preliminares. Para isto um disco de couve, impregnado nas diferentes concentrações dos extratos, foi acondicionado em placa de Petri junto com cinco larvas, com idade de três dias. Avaliou-se a mortalidade após 24 horas do início dos bioensaios. Nos testes de preferência alimentar (com e sem chance de escolha) e de desenvolvimento, utilizou-se larvas de três dias, nas concentrações subletais (10 e 2,5 mg.mL⁻¹), definidas no teste de toxicidade, para o extrato bruto e a fração DCM, respectivamente. O número de discos e de larvas por placa, nos dois testes, foram os mesmos do teste de toxicidade, exceto no teste de preferência com chance de escolha, que foram utilizados dois discos por placa. As larvas alimentadas com *Cleome* sp. apresentaram maior ganho de peso, além de reduzir o período pupal, originando adultos com asas maiores e com menor ocorrência de deformação. Nos bioensaios com o extrato bruto e a fração DCM, verificou-se que ambos foram tóxicos e inibiram a alimentação das larvas de três dias. Entretanto, não houve interferência negativa da alimentação das larvas, com a couve impregnada com os extratos, no desenvolvimento dos insetos. Já nas larvas de oito dias que se alimentaram da couve com os extratos, ocorreu interferência negativa em seu desenvolvimento, pois causou redução da alimentação, maior mortalidade de larvas e de pupas, alongamento no período de pupa e ocorrência de adultos com deformação, principalmente nas concentrações de 25 e 50 mg.mL⁻¹. Assim sendo, verificou-se que a alimentação de larvas de *A. monuste orseis* com *Cleome* sp. favorece mais o desenvolvimento desse inseto quando comparado com folhas da couve. A alimentação das larvas com couve impregnada com o extrato bruto e a fração DCM de *O. campechianum* produz toxicidade e fagodeterrência em larvas, mortalidade de pupas e adultos com deformações morfológicas.

Palavras-chave: Curuquerê-da-couve. Cleomaceae. Alfavaca-de-galinha.

GENERAL ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the development of *Ascia monuste orseis* in cabbage and *Cleome* sp., as well as the bioactivity of the crude *Ocimum campechianum* extract and its dichloromethane fraction (DCM) on this pest. Insect eggs were collected in cabbage and in *Cleome* sp. and originated larvae were evaluated for larval feeding preference, as well as insect development from the feeding of three-day larvae. The crude extract and its DCM fraction were evaluated for toxicity at increasing concentrations, defined in preliminary tests. For this purpose, a cabbage disk impregnated with different extract concentrations was placed in Petri dish with five larvae aged three days. Mortality was evaluated 24 hours after the start of bioassays. In food preference tests (with and without chance of choice) and development, three-day larvae were used in the sublethal concentrations (10 and 2.5 mg.mL⁻¹) defined in the toxicity test for the extract and its DCM fraction, respectively. The number of disks and larvae per Petri dish in both tests were the same as the toxicity test, except for the preference test with chance of choice, in which two disks per Petri dish were used. Larvae fed with *Cleome* sp. presented greater weight gain, reduced pupal period, giving rise to adults with larger wings and with less occurrence of deformation. In bioassays with the crude extract and the DCM fraction, it was verified that both were toxic and inhibited the feeding of three-day larvae. However, there was no negative effect of the larvae feeding, with cabbage impregnated with extracts, on the development of insects. In eight-day larvae fed on extracts, negative interference occurred in the development of larvae, as it caused feeding reduction, higher larvae and pupae mortality, pupae period lengthening, and adults with deformation, especially at concentrations of 25 and 50 mg.mL⁻¹. Therefore, it was verified that the feeding of *A. monuste orseis* larvae with *Cleome* sp. favors insect development when compared to cabbage leaves. Feeding of larvae with cabbage impregnated with crude *O. campechianum* extract and DCM fraction produces toxicity and phagdeterence in larvae, pupae mortality and adults with morphological deformations.

Keywords: Curuquerê-da-couve. Cleomaceae. Alfavaca-de-galinha.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

FIGURA 1 - Ovos (A), larva em 5 ^o instar (B), pupa (C) e adultos (macho e fêmea) (D) de <i>A. monuste orseis</i>	18
FIGURA 2 - Diferentes graus de ataque de larvas de <i>A. monuste orseis</i> em plantas de couve.....	19
FIGURA 3 - Planta de <i>Ocimum campechianum</i> . (Foto: Cassiana Vieira dos Santos).....	23
FIGURA 4 - Planta de <i>Cleome</i> sp.....	30

CAPÍTULO I

FIGURA 1 - Ovos de <i>A. monuste orseis</i> em couve e em <i>Cleome</i> sp.....	45
FIGURA 2 - Cultivo de couve instalado na horta da UFAC para alimentação das larvas e coleta de ovos.....	46
FIGURA 3 - Avaliação da preferência/consumo das larvas de <i>A. monuste orseis</i> em couve (co) e <i>Cleome</i> sp. (cle), simultaneamente.....	47
FIGURA 4 - Forma de condução do teste de desenvolvimento - alimentação das larvas de <i>A. monuste orseis</i> com <i>Cleome</i> sp. e couve.....	48
FIGURA 5 - Duração da fase larval, viabilidade de larvas, duração do período pupal, viabilidade de pupas e peso de pupas de <i>A. monuste orseis</i> alimentadas com couve e com <i>Cleome</i> sp., em condições de laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....	52

CAPÍTULO II

FIGURA 1 - Planta de <i>O. campechianum</i> (A), exsicata (B) e pó da planta seca (C).....	63
FIGURA 2 - Esquema de obtenção do extrato bruto de <i>O. campechianum</i>	64
FIGURA 3 - Esquema de fracionamento do extrato bruto A1.....	64
FIGURA 4 - Sistema de coluna filtrante e esquema de fracionamento do extrato bruto A1.....	65
FIGURA 5 - Processo de cromatografia em sílica gel da fração “A1-ACOET”.....	66

FIGURA 6 - Processo de cromatografia em sílica gel das frações 1 a 3.....	67
FIGURA 7 - Sistema de partição (líquido/líquido).....	67
FIGURA 8 - Esquema de obtenção do extrato diclorometano.....	68
FIGURA 9 - Índice de preferência alimentar de larvas de <i>A. monuste orseis</i> de três dias, em relação a discos de couve tratados com extrato bruto e com sua fração DCM de <i>O. campechianum</i> , em teste com e sem chance de escolha, em condições de laboratório.....	75
FIGURA 10 - Consumo de couve (cm ²) tratada com extrato bruto e fração DCM, de <i>O. campechianum</i> , por larvas de oito dias de <i>A. monuste orseis</i> em 24 h de exposição, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).	78
FIGURA 11 - Morte de larvas (%) de <i>A. monuste orseis</i> de oito dias em 24 horas de exposição aos discos de couve tratados com o extrato bruto e a fração DCM de <i>O. campechianum</i> , em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....	80
FIGURA 12 - Mortalidade larval total (%) em função do consumo de discos de couve tratados com o extrato bruto e a fração DCM de <i>O. campechianum</i> por larvas de <i>A. monuste orseis</i> de oito dias, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....	81
FIGURA 13 - Percentual médio de morte de pupas em relação ao consumo de discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de <i>O. campechianum</i> no período larval de <i>A. monuste orseis</i> de oito dias, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....	82
FIGURA 14 - Período médio de pupa de <i>A. monuste orseis</i> em função da alimentação das larvas de oito dias com discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de <i>O. campechianum</i> , em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....	83
FIGURA 15 - Ocorrência de malformação em adultos de <i>A. monuste orseis</i> em função da alimentação das larvas de oito dias com discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de <i>O. campechianum</i> , em laboratório (25±2 °C, UR = 70%, fotoperíodo 12 h).....	84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- TABELA 1** - Consumo (cm^2) das larvas de *A. monuste orseis* em função da origem dessas (couve e *Cleome* sp.) e do alimento ofertado (couve e *Cleome* sp.), em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).....49
- TABELA 2** - Peso médio das larvas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve e com *Cleome* sp. aos três, cinco, sete e nove dias, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).....50
- TABELA 3** - Área das asas superiores, simetria das asas de adultos (%) e razão sexual de *A. monuste orseis* em função da alimentação das larvas com couve e com *Cleome* sp., em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).....53
- TABELA 4** - Resumo da análise de variância do consumo das larvas de *A. monuste orseis* de três dias provenientes da couve e de *Cleome* sp.....58
- TABELA 5** - Resumo da análise do desdobramento do alimento dentro de cada nível de origem das larvas.....58
- TABELA 6** - Resumo da análise do desdobramento de origem das larvas dentro de cada nível do alimento.....58

CAPÍTULO II

- TABELA 1** - Toxicidade relativa do extrato bruto e da fração DCM de folhas de *O. campechianum* sobre larvas de três dias de *A. monuste orseis*, em 24 horas de exposição, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).....74
- TABELA 2** - Peso médio de larvas, duração do período larval e viabilidade de larvas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve tratada com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).....76
- TABELA 3** - Período, peso e viabilidade de pupas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve tratada com extrato bruto e fração DCM de *O.*

campechianum, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....77

TABELA 4 - F calculado do consumo (cm²), morte de larvas em 24 h e morte das larvas total (%), morte de pupas (%), período de pupa (dias) e defeitos em adultos (%) em razão da alimentação de larvas de *A. monuste orseis* de oito dias com couve tratada com extrato bruto e com fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).....79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 CULTURA DA COUVE	16
2.2 PRAGAS DA COUVE	17
2.2.1 Curuquerê-da-couve	17
2.3 CONTROLE DO CURUQUERÊ-DA-COUVE	20
2.3.1 Inseticidas sintéticos	20
2.3.2 Inseticidas botânicos.....	20
2.4.1 <i>Ocimum campechianum</i> Mill.	23
2.4.1.3 Atividades biológicas do gênero <i>Ocimum</i>	25
2.5 PLANTAS-ARMADILHA.....	27
2.5.1 Gênero <i>Cleome</i>	29
2.5.1.1 Formas de utilização.....	30
REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO I: PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DESENVOLVIMENTO DE ASCIA MONUSTE ORSEIS(GODART) EM COUVE E CLEOME SP.	41
RESUMO	42
ABSTRACT	43
3.1 INTRODUÇÃO	44
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	45
3.2.1 IDENTIFICAÇÃO DA PLANTA <i>Cleome</i> sp.....	45
3.2.2 OBTENÇÃO DOS INSETOS	45
3.2.3 BIOENSAIOS	45
3.2.3.1 Teste de preferência/consumo	46
3.2.3.2 Teste de desenvolvimento.....	47
3.2.3.3 Análise estatística	48
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.3.1 TESTE DE PREFERÊNCIA/CONSUMO	49
3.3.2 TESTE DE DESENVOLVIMENTO	50
REFERÊNCIAS	55

APÊNDICE A - Tabelas Resumo da análise de variância e desdobramentos da interação do bioensaio de preferência com larvas de <i>Ascia monuste orseis</i> alimentadas com couve e com <i>Cleome</i> sp.	58
--	----

CAPÍTULO II: BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE <i>OCIMUM CAMPECHIANUM</i> SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE <i>ASCIA MONUSTE ORSEIS</i> (GODART).....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
4.1 INTRODUÇÃO.....	62
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	63
4.2.1 MATERIAL BOTÂNICO.....	63
4.2.2 PARTE QUÍMICA	63
4.2.2.1.1 Preparação da coluna filtrante (sílica-gel)	65
4.3 ENSAIOS BIOLÓGICOS	68
4.3.1 Obtenção dos insetos	68
4.3.2 larvas de três dias	69
4.3.2.2 Teste de preferência	69
4.3.2.3 Teste de desenvolvimento.....	70
4.3.2.4 Análise estatística	71
4.3.3 Larvas de oito dias.....	71
4.3.3.1 Análise estatística	72
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.4.1 LARVAS DE TRÊS DIAS	73
4.4.1.1 Teste de toxicidade.....	73
4.4.1.3 Teste de desenvolvimento.....	76
4.5 CONCLUSÕES.....	85
REFERÊNCIAS	86

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ataque de pragas é um dos grandes problemas da produção agrícola, principalmente, quando se trata de hortaliças folhosas, cujas partes consumíveis são justamente aquelas atacadas pelos insetos-praga, resultando em perdas significativas na qualidade e na produtividade dessas (COSTA et al., 2014).

Ascia monuste orseis (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) conhecida como curuquerê-da-couve é um inseto altamente prejudicial às culturas de Brassicaceae, pois as larvas eclodem e atacam as folhas, consumindo essas estruturas quase completamente durante seu desenvolvimento, principalmente, em regiões de temperaturas elevadas (BALDIN et al., 2015). Devido a sua voracidade, em altas infestações podem destruir plantios inteiros rapidamente (CARDOSO et al., 2010).

Para evitar os prejuízos decorrentes do ataque dessa praga, a principal forma de controle utilizada nos cultivos comerciais é aplicação de inseticidas químicos sintéticos, devido a sua rápida ação, eficiência e praticidade (KUHAR et al., 2003; ARAÚJO et al., 2017). Contudo, o uso inadequado desses produtos causa sérios problemas, como a resistência de insetos, o acúmulo nas lavouras e no meio ambiente, resíduos em alimentos, os quais representam sérias ameaças à saúde humana (ZHAO et al., 2016). Diante disso, é importante a adoção de medidas de controle de pragas agrícolas, que venham a reduzir o uso de inseticidas sintéticos nas lavouras.

O uso de extratos vegetais para o controle de pragas agrícolas é uma alternativa que reduz o uso de inseticidas sintéticos, pois muitas espécies de plantas de diferentes famílias produzem metabólitos secundários (HUSSAIN et al., 2012) que atuam sobre os insetos de diferentes formas, dentre elas toxicidade, fagodeterrência (inibição da alimentação), repelência, inibição do crescimento, desenvolvimento e reprodução (SILVA et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *Ascia monuste orseis* em couve e em *Cleome* sp., assim como, investigar a bioatividade do extrato bruto de *Ocimum campechianum* e sua fração DCM sobre esse inseto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA COUVE

A couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é uma hortaliça arbustiva anual ou bienal, da família Brassicaceae, originária do continente Europeu. É uma das principais hortaliças folhosas cultivadas no Brasil e seu consumo no país tem aumentado nos últimos anos devido às diversas maneiras de utilização na culinária e às descobertas de suas propriedades nutraceuticas pela ciência, destacando-se os glicosinolatos (CARTEA; VELASCO, 2008; NOVO et al., 2010; TRANI et al., 2015).

É uma cultura típica de outono-inverno, bem adaptada ao frio intenso e resistente à geada. No verão se desenvolve bem em áreas serranas, com altitudes acima de 800 m. A cultura produz melhor quando as temperaturas médias mensais se situam entre 16 e 22 °C, com mínimas variando de 5 a 10 °C e máximas de 28 °C. Temperaturas acima desse valor poderão acarretar danos no desenvolvimento das plantas e conseqüentemente prejuízos econômicos ao produtor (TRANI et al., 2015).

Assim como outras brássicas, a couve apresenta alto teor de água e baixa quantidade de lipídeos e carboidratos (VILAR et al., 2008; AZEVEDO et al., 2014). Em 100 gramas de folhas frescas de couve manteiga Luengo et al. (2011) encontraram água (89 g), fibra (13 g), calorias (25 kcal), cálcio (330 mg), ferro (2,2 mg). Machado et al. (2006) observaram na mesma quantidade de couve manteiga carboidratos (2,89 g) e proteínas (1,10 g).

Como observado, em comparação a outras hortaliças folhosas, ela se destaca por seu maior conteúdo de fibras, cálcio, ferro, vitaminas A e C (LEFSRUD et al., 2007). Também apresenta elevados teores de flavonoides (MORENO et al., 2006), e ainda produz glicosinolatos, grupo de compostos responsáveis pela ação anticarcinogênica atribuída à espécies de Brassicaceae (ISHIDA et al., 2014).

A couve é uma cultura rústica, que se adapta a diferentes condições ambientais, não necessita de alto nível tecnológico para o seu cultivo (AZEVEDO et al. 2014), além de ser facilmente propagada. Essas características a torna uma das olerícolas mais cultivadas em áreas de agricultura familiar e cultivos domésticos (TRANI et al., 2015). Dessa forma, além de ser uma fonte de renda para os produtores, ainda contribui para a melhoria nutricional das famílias. Contudo, perdas significativas na qualidade e na produtividade dessa hortaliça podem ocorrer devido ao ataque de insetos-praga (COSTA et al., 2014). Entre as principais pragas da cultura da couve no Brasil destaca-

se o curuquerê-da-couve, considerada uma praga-chave, por sua ocorrência frequente e elevada voracidade das lagartas, provocando intensa desfolha nas plantas (MEDEIROS; BOIÇA JÚNIOR, 2005).

2.2 PRAGAS DA COUVE

Problemas com insetos-pragas em cultivos de couve são frequentes. Entre os mais importantes têm-se os pertencentes à ordem Lepidoptera, destacando-se a traça-das-crucíferas - *Plutella xylostella*, a broca-da-couve - *Hellula phidilealis*, a lagarta falsa-medideira - *Trichoplusia nii* e o curuquerê-da-couve - *Ascia monuste orseis*. Todos esses insetos são responsáveis por danos consideráveis nos cultivos da couve, seja por danos diretos ou indiretos (TRANI et al., 2015). Esta última destaca-se como uma das pragas mais prejudiciais, devido ao potencial de dano das lagartas às plantas.

2.2.1 Curuquerê-da-couve

A curuquerê-da-couve ou lagarta da couve - *Ascia monuste orseis* (Godart) Lepidoptera: Pieridae é especializada em Brassicaceae e representa um dos principais herbívoros dessa família na região neotropical, particularmente no Brasil, sobretudo nas regiões e estações de temperaturas mais elevadas (BASTOS et al., 1997; SANTANA; ZUCOLOTO, 2011; BALDIN et al., 2015).

O adulto é uma borboleta de asas branco-amareladas com os bordos marrom-escuros e corpo preto, com cerca de cinco centímetros de envergadura e hábito diurno (Figura 1 A). Os ovos, amarelados e alongados (Figura 1 B), são ovipositados nos dois lados da folha, em posição ereta. As fêmeas preferem as folhas mais jovens para realizar a postura, a qual varia de um a mais de 100 ovos, com uma fecundidade potencial total de cerca de 450 ovos (SANTANA, 2012; CARDOSO et al., 2010).

Após quatro a cinco dias as larvas eclodem, essas passam a se alimentar das folhas da planta hospedeira resultando em danos consideráveis (BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2005; BIERMANN, 2009). Chegam a 35 mm de comprimento, são de coloração cinza-esverdeada com faixas longitudinais marrons e amarelas, alternadas. A cabeça é escura e as faixas amarelas possuem doze pares de pontos pretos (Figura 1 C) (CARNEIRO, 1983; CARDOSO et al., 2010). As pupas medem de 25 a 27 mm de comprimento e 6 a 7 mm de largura. A coloração geral é amarelada, no dorso existem numerosos pontos negros; a face ventral também tem

pontos escuros, mas em menor número (Figura 1 D) (LORDELLO; RODRIGUES, 1951).

A fase larval dura de 11 a 16 dias, e o período de pupa de 6 a 13 dias, a duração desses períodos é influenciada pelo alimento ingerido pelas lagartas (BALDIN et al., 2015), onde a qualidade e quantidade desses alimentos, nos primeiros instares influenciam a variação de peso e o tempo para o desenvolvimento larval, a sobrevivência, a composição química do corpo e o tamanho do adulto (PEREIRA et al., 2003; MAPELI et al., 2015).

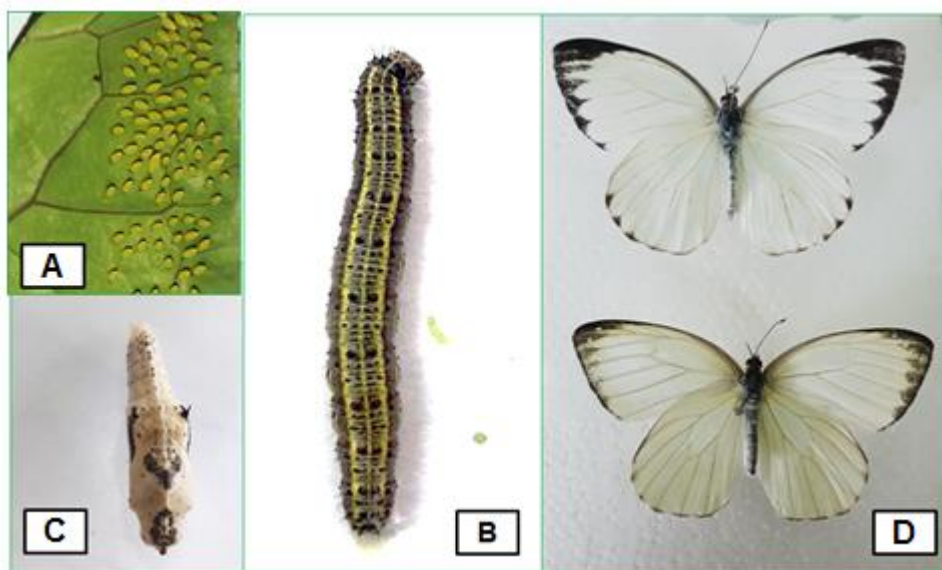


Figura 1 - Ovos (A), larva em 5^o instar (B), pupa (C) e adultos (macho e fêmea) (D) de *A. monuste orseis*.

Nos dois primeiros instares, as larvas se alimentam exatamente no lugar onde a mãe ovipositou, não havendo competição intraespecífica pelos alimentos, pois essas ingerem uma quantidade pequena (BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2009; SANTANA; ZUCOLOTO, 2011). Porém, nos três últimos instares, devido à competição por alimentos e/ou o esgotamento dos recursos alimentares, as larvas migram para um novo recurso alimentar, o que pode ser uma planta vizinha ou um cultivo próximo, visando completar seu desenvolvimento, visto que essas se movem com certa facilidade nessa fase (CHEW, 1975; CATTAPRETA; ZUCOLOTO, 2003).

A migração precoce das larvas também pode ocorrer quando a fêmea comete erros ao realizar a postura, como quando é ovipositado uma grande quantidade de ovos num único local, postura em folhas pequenas ou velhas, em plantas pequenas ou

antigas e no tronco da planta. Isso resulta em migração imatura das larvas para obter um novo recurso alimentar (BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2009).

Este inseto é altamente prejudicial para as culturas de Brassicaceae, pois as larvas eclodem e atacam as folhas, consumindo essas estruturas quase completamente durante o seu desenvolvimento, causando perdas de até 100% da produção (Figura 2) em regiões de temperaturas altas (BALDIN et al., 2015).

Seu controle é realizado principalmente com a aplicação periódica de inseticidas sintéticos (KUHAR et al., 2003), contudo, além dos altos custos associados a essa prática, existem inúmeros efeitos prejudiciais decorrentes do uso incorreto desta, incluindo problemas ambientais, de saúde e aumento do custo de produção (CORDERO et al., 2006; BALDIN et al., 2015). Portanto, a utilização de inseticidas sintéticos para o controle de pragas exige cuidados e o uso racional desses produtos, visto que grande parte dos problemas dessa prática decorre do seu uso incorreto e indiscriminado.



Figura 2 - Diferentes graus de ataque de larvas de *A. monuste orseis* em plantas de couve.

2.3 CONTROLE DO CURUQUERÊ-DA-COUVE

2.3.1 Inseticidas sintéticos

O controle de grande parte das pragas agrícolas de importância econômica é realizado por meio da aplicação de inseticidas sintéticos, devido a sua rápida ação, eficiência e praticidade fazendo com que esta seja a principal forma de controle empregada nos cultivos comerciais (LIMA et al., 2013; AKTAR et al., 2009).

Existem diferentes grupos de inseticidas sintéticos registrados para o controle de *A. monuste orseis*, destacando-se os piretróides, organofosforados, tiocarbamatos, diacilhidrazina, espinosinas, metilcarbamato de oxima, entre outros. A maior parte dos produtos comerciais indicados para o inseto é do grupo piretróide, sendo também os mais utilizados (MAPA, 2018).

Os inseticidas sintéticos têm papel importante na agricultura, pois sem os mesmos haveria grandes perdas nas lavouras, refletindo diretamente na oferta de alimentos para a população. Porém, seu uso indiscriminado pode ocasionar problemas de natureza social, ecológica e ambiental devido à presença de resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre os inimigos naturais, seleção de populações de insetos resistentes, contaminação de aplicadores, entre outros (NAKATA et al., 2005; BOIÇA JUNIOR et al., 2011; COSTA et al., 2014).

Diante de tais problemas, o interesse por substâncias que apresentem menor risco à saúde humana e ao meio ambiente tem aumentado, além da procura crescente por produtos alimentícios saudáveis e isentos de resíduos (CORRÊA; SALGADO, 2011). Neste contexto, os Inseticidas botânicos são considerados uma alternativa promissora para o controle sustentável de pragas agrícolas (RATTAN, 2010).

2.3.2 Inseticidas botânicos

As plantas produzem uma diversidade de compostos orgânicos, a grande maioria dos quais parecem não participar diretamente no crescimento e desenvolvimento. Essas substâncias, tradicionalmente chamadas de metabólitos secundários, frequentemente são distribuídas diferencialmente entre grupos taxonômicos limitados dentro do reino vegetal (HUSSAIN et al., 2012). Como regra geral, um único grupo de compostos secundários domina dentro de um determinado

táxon. Alguns compostos principais são frequentemente acompanhados por vários derivados e componentes secundários (WINK, 2003).

Esses compostos atuam na defesa contra herbívoros e patógenos, servem como atrativos para polinizadores e funcionam como agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (VIZZOTTO et al., 2010). Naturalmente, as angiospermas possuem ao menos um composto do metabolismo secundário em concentração suficiente para reduzir o ataque de insetos (AFFONSO et al., 2012). As espécies utilizadas como inseticidas, normalmente sintetizam uma grande diversidade de compostos de defesa moderadamente tóxicos ou uma pequena quantidade de substâncias altamente tóxicas (RATTAN, 2010).

Os inseticidas de origem vegetal são utilizados no controle alternativo de diversas pragas em vários países do mundo. Normalmente são usados na forma de pós, extratos ou óleos, os quais são fáceis de serem obtidos e, de um modo geral, inócuos para os aplicadores e consumidores (OLIVEIRA et al., 1999). Todavia, o uso dos mesmos exige cuidados iguais aos adotados no uso de inseticidas sintéticos, pois alguns inseticidas botânicos podem apresentar efeito tóxico, tanto para mamíferos (CORRÊA; SALGADO, 2011), quanto para os inimigos naturais das pragas (XU et al., 2015).

Os princípios ativos desses inseticidas são formados por complexos conjuntos de substâncias produzidas no metabolismo secundário das plantas e acumulados em seus tecidos. Já foram identificados mais de 100.000 metabólitos com propriedades inseticidas, com destaque para os elementos pertencentes às classes dos alcaloides, terpenoides, flavonoides e quinonas em aproximadamente 200.000 espécies de plantas em todo o mundo (SILVA et al., 2012).

Os efeitos tóxicos dos inseticidas botânicos provêm da ação de seus ingredientes ativos no sistema nervoso central dos insetos, interferindo na transmissão normal dos impulsos nervosos, e assim afetando a fisiologia destes de diferentes maneiras (AGUIAR-MENEZES, 2005; RATTAN, 2010). Além da toxicidade, esses compostos apresentam múltiplos modos de ação sobre os insetos, destacando-se: repelência, inibição da alimentação, crescimento, desenvolvimento e reprodução (SILVA et al., 2012).

Produtos naturais extraídos de plantas constituem-se em fonte de substâncias bioativas compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP), podendo ser um forte aliado a outros métodos de controle de insetos-pragas,

reduzindo os efeitos negativos ocasionados pela aplicação descontrolada de inseticidas sintéticos (MACHADO et al., 2007).

A utilização de inseticidas botânicos para o controle de pragas agrícolas se torna ainda mais importante quando se trata de olerícolas, pois os riscos de contaminação por resíduos de agrotóxicos nesses produtos são ainda maiores. Vários trabalhos confirmam o potencial do uso de inseticidas botânicos para o controle de diferentes insetos-pragas (ALÉCIO et al., 2010; PROPHIRO et al., 2012; SANTOS et al., 2015).

Alguns trabalhos utilizando extratos vegetais no controle de *A. monuste orseis* evidenciam o potencial dessa técnica. Entre esses, destaca-se o trabalho de Mata e Lamónico (2013) utilizando extratos aquosos de sementes, de folhas e de frutos de *Cabralea canjerana* ssp. *polytricha* (Meliaceae) que obtiveram 100% de mortalidade, redução da sobrevivência e do consumo foliar das lagartas. Medeiros e Boiça Júnior (2005) também observaram que o tratamento de couve com extrato de *Sapindus saponaria* (Meliaceae) reduziu a alimentação das lagartas. Já Gomes Júnior et al. (2017) observaram toxicidade do extrato etanólico de folhas e talos de inhame - *Dioscorea rotundata* e mastruz - *Chenopodium ambrosioides* sobre larvas desse inseto, obtendo mortalidade de 98 e 75% respectivamente, utilizando concentração de 5%.

Ainda são poucos os trabalhos com relação ao controle dessa praga utilizando bioinseticidas, apesar do potencial do país para a descoberta de novas moléculas com ação inseticida. De acordo com Isman et al. (2015) o Brasil é o terceiro em termos de publicações com esse tema, entretanto, os estudos se concentram em poucas espécies de plantas.

2.4 GÊNERO OCIMUM

O gênero *Ocimum* L. pertence à família Lamiaceae, abrange entre 30 a 160 ervas e arbustos, anuais e perenes, que são espécies nativas nas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África, América do Sul e Central (BHUVANESHWAR et al., 2016). As plantas desse gênero são fortemente aromáticas devido aos óleos essenciais presentes em suas estruturas, os quais se constituem de monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides (MAKRI; KINTZIOS, 2008).

No Brasil o gênero é representado por aproximadamente 12 espécies, incluindo algumas espécies cultivadas (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 1998), as quais podem ser divididas em três grupos: (1) espécies cultivadas introduzidas da Europa, como *O. basilicum* e suas variedades morfológicas; (2) espécies naturalizadas, incluindo

algumas variedades de *O. gratissimum* e (3) espécies selvagens, incluindo *O. campechianum*, *O. nudicaule*, *O. selloi* e *O. transamazonicum*. Na Amazônia, as espécies mais amplamente cultivadas são *O. minimum* L., *O. micranthum* Willd. e *O. gratissimum* L. (ROSAS et al., 2005).

O valor econômico e farmacológico de *Ocimum* spp. é principalmente devido aos metabólitos secundários (MS) (metil eugenol, eugenol e linalol) que conferem aromas às plantas, podendo estas serem utilizadas na culinária como condimento, erva medicinal, ou planta ornamental. Os MS podem desempenhar diferentes atividades biológicas, como por exemplo, nematicida, inseticida, pró-oxidantes, antioxidantes, anestésicos, além de ser a defesa da planta aos ataques de herbívoros (MAHAJAN et al., 2013; SINGH et al., 2014; BHUVANESHWARI et al., 2016).

2.4.1 *Ocimum campechianum* Mill.

Ocimum campechianum Mill. (sin. *O. micranthum* Willd.) é uma espécie da família Lamiaceae, gênero *Ocimum*. É uma planta aromática anual, herbácea, pouco ramificada, com 20 a 50 cm de altura. Folhas opostas, simples, pecioladas. Caule glabro ou pubescente, frutos em formas de núculas oblongos (Figuras 3). É conhecida na região amazônica e em todo o Brasil pelo nome de alfavaca, alfavaca do campo, alfavaca silvestre, alfavaca-de-galinha, favaquinha e manjerição (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 1998; SILVA et al., 2011).



Figura 3 - Planta de *Ocimum campechianum*. (Foto: Cassiana Vieira dos Santos).

Geralmente é cultivada em jardins, no campo e em pequenas fazendas (ROSAS et al., 2005). Para plantios comerciais, recomenda-se que a semeadura seja realizada em bandejas de isopor utilizando mistura de substrato comercial mais subsolo (2:1), o transplântio para vasos seja cinco dias após a emergência das plântulas, e o plantio em canteiros 20 dias após o transplântio, utilizando-se espaçamento de 50 x 50 cm. Os tratamentos culturais indicados para a cultura são irrigações, capinas e adubação. A floração ocorre com 51 dias e a colheita com 60 dias, quando as plantas apresentam altura média de 34,86 cm (PEREIRA et al., 2009).

Esta espécie é uma importante fonte de óleos essenciais (OE), os quais se encontram nas suas folhas, inflorescências e sementes, estes contêm compostos fenólicos antioxidantes e aromáticos de interesse da indústria alimentícia, farmacêutica e perfumes (SILVA et al., 2011).

Extratos da planta são utilizados na medicina tradicional, no tratamento de doenças das vias respiratórias, reumatismo, paralisias, epilepsia e doenças mentais, além de conter compostos que são utilizados naturalmente como inseticida, nematocida e fungicida (SILVA et al., 2004; PEREIRA et al., 2009).

Suas folhas e óleo essencial ainda são usados como condimentos para aromatizar bebidas e sopas, e no preparo de alimentos como extrato de tomate, molhos, picles e vinagre. A espécie também é utilizada como planta ornamental (BENITEZ et al., 2009).

De acordo com De Masi et al. (2006) o aroma de cada espécie, variedade ou cultivar é predominantemente determinada pelo seu genótipo e depende dos principais componentes químicos do óleo essencial. Muitas espécies do gênero *Ocimum* contêm óleos essenciais baseados principalmente em derivados de monoterpenos, como cânfora, limoneno, timol, citral, geraniol e linalol. Outros membros do gênero, porém, contêm um óleo essencial baseado principalmente em altas proporções de derivados fenólicos, como eugenol, metil chavicol (estragol) e cinamato de metila, frequentemente combinados com várias proporções de linalol (LABRA et al., 2004; CAROVIC-STANKO et al., 2011).

A composição do OE de *O. micranthum* apresenta variação quantitativa e qualitativa, levando à separação em quimiotipos (QT). Já foram identificados três QT distintos para essa espécie, sendo estes: (QT1) β -elemeno, β -cariofileno e isoeugenol, relatado no Norte do Brasil; (QT2) eugenol, β -cariofileno e elemicina, no Nordeste do Brasil; 10 e (QT3) eugenol, 1,8-cineol, β -cariofileno e γ -elemeno, na Índia (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2011). Podemos inferir, portanto, que as condições ambientais da região são responsáveis por determinar os QT que a planta produzirá.

2.4.1.3 Atividades biológicas do gênero *Ocimum*

As espécies do gênero *Ocimum* são muito utilizadas na medicina tradicional para o tratamento de diversas enfermidades, o que se deve aos diversos metabólitos secundários presentes nessas plantas que são conhecidos por sua defesa e valor medicinal (SINGH et al., 2014). Caamal-Hererra et al. (2018) verificaram atividade dos extratos aquoso e etanólico e OE de *O. campechianum* sobre *Candida albicans*, contudo, o extrato etanólico foi superior ao extrato aquoso e ao OE, pois o primeiro necessitou de uma dosagem ($5 \mu\text{L.mL}^{-1}$) 16 e 25 vezes menor que o segundo ($80 \mu\text{L.mL}^{-1}$) e terceiro ($125 \mu\text{L.mL}^{-1}$), respectivamente. Já para *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas aeruginosa*, a concentração mínima inibitória (CMI) para os dois extratos foi $125 \mu\text{L.mL}^{-1}$ e para OE variou de 250 a $500 \mu\text{L.mL}^{-1}$.

Jaramillo et al. (2014) também obtiveram atividade fungicida do OE de *O. campechianum*, onde a dose $117 \mu\text{L/cm}^2$ de ar foi responsável por inibir em 97,3% o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* após 72 horas de exposição. Também verificaram atividade sobre *Sitophilus zeamais*, obtendo-se mortalidade de 66,7% sobre insetos adultos em 24 horas de exposição ao OE utilizando a dose de $500 \mu\text{L.mL}^{-1}$ de ar. O OE também apresentou atividade repelente sobre *Tribolium castaneum*, sendo a concentração de $0,01 \mu\text{L/cm}^2$ responsável por repelir 92,5 e 93,3% dos insetos em 2 e 4 horas, respectivamente.

Sousa (2004) identificou nos extratos metanólico e benzênico de folhas frescas de *O. campechianum* a presença de eugenol, monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenoides, polifenóis (fenilpropanoglicosídeos e flavonoides) e açúcares redutores.

Singh et al. (2014) em ensaios de escolha conduzidos pela exposição de larvas de *Helicoverpa armigera* em *O. kilimandscharicum* (OK) e folhas de tomate, observaram que OK impediu significativamente a alimentação larval. Verificou-se também que a alimentação das larvas com folhas de OK reduziu o peso corporal médio e aumentou a mortalidade dessas e ainda que larvas alimentadas com dieta artificial suplementada com extrato de folhas de OK, cânfora, limoneno e β -cariofileno apresentaram retardo de crescimento, aumento da mortalidade e deformidades em pupas. Verificou-se ainda que enzimas digestivas (amilase, protease e lipase) de *H. armigera* apresentaram padrões variáveis após a alimentação de OK, o que implica o esforço das larvas para atingir a nutrição necessária para o crescimento, desenvolvimento e metamorfose. De acordo com Runyoro et al. (2010) os principais compostos presentes no OE de *O. kilimandscharicum*

são os monoterpenos cânfora (52,4%), 1,8-cineol (14,3%), limoneno (7,13%) e canfeno (5,36%).

Maurya et al. (2009) encontram atividade de extrato éter de petróleo de folhas de *O. basilicum* sobre larvas de *Anopheles stephensi* e *Culex quinquefasciatus* com valores de CL₅₀ de 8,29 e 4,57 ppm em 24 h, e 10,06 e 6,06 ppm em 48 h de exposição, respectivamente. Akob e Ewet (2009) observaram que o extrato etanólico dessa espécie causou toxicidade, repelência e redução no número de insetos emergidos em *S. zeamais*. Contudo, os efeitos para toxicidade e repelência foram proporcionais ao aumento das concentrações do extrato utilizadas.

Murcia-Meseguer et al. (2018) verificaram que o OE de *O. basilicum* acarretou mortalidade de larvas e adultos e reduziu a fecundidade de ovos de *Spodoptera exígua*. O composto presente em maior quantidade no OE, cerca de 90%, foi estragol. Já Zayyat et al. (2015) utilizando extrato bruto dessa espécie, encontram atividade sobre larvas e adultos de *Musca domestica*. De acordo com os autores o tempo de ação do extrato variou em função do tipo de bioensaio, 2 h em fumigação, 24 h em contato e 72 h em alimentação.

Carovic'-Stanko et al. (2010) verificaram atividade bactericida sobre *Listeria monocytogenes* e *Listeria ivanovii* com inibição do crescimento microbiano variando de 8% a 12,67%, respectivamente. Os compostos encontrados em maior concentração no OE de *O. campechianum* foram 1,8-cineole (eucaliptol) (20,31%), β -cariofileno (14%) e β -elemeno (11%). Brand et al. (2015) encontram atividade antiviral contra vírus do herpes HHV-2 na concentração de 100 $\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ do OE dessa espécie. O composto majoritário do óleo foi metil eugenol (53,9%) e trans- β -cariofileno (13%).

Sacchettia et al. (2004) também observaram atividades biológicas do OE de *O. micranthum* sobre fungo o *Candida albicans* e as bactérias *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* sendo todas as estirpes testadas inibidas em algum grau. *E. coli*, foi a cepa mais sensível com a menor CIM detectada (0,035 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) de OE. De acordo com os autores, o eugenol foi o composto majoritário do OE (46,55%), sendo este o principal responsável pelos resultados encontrados, pois os álcoois aromáticos são os principais responsáveis pela atividade antimicrobiana de um óleo essencial.

Melo et al. (2017) encontraram atividade citotóxica dos extratos metanólico e hexânico de folhas de *O. campechianum* sobre duas linhagens celulares de câncer (HEp-2 e NCI-H292) in vitro, obtendo inibição de 39,44 e 50,61% para a linhagem HEp-2, e

29,63 e 14,14% para a linhagem NCI-H292 nos extratos metanólico e hexânico, respectivamente.

Caballero-Gallardo et al. (2014) obtiveram atividade repelente do óleo essencial de *O. campechianum* sobre *Tribolium castaneum*, obtendo concentração repelente (CR₅₀) de 0,00006 e 0,00003 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$ após 2 e 4 h, respectivamente. Os principais componentes encontrados no OE foram metil eugenol (12%), germacreno D (10,1%), β -bourboneno (9,5%), 1,8-cineol (9,0%), *trans*- β -cariofileno (7,8%).

2.5 PLANTAS-ARMADILHA

Culturas ou plantas-armadilha são plantas, geralmente preferidas pelos insetos, cultivadas com a finalidade de atraí-los e, conseqüentemente, evitar o seu ataque nas culturas. Isso pode ser alcançado por desviar as pragas da cultura-alvo, por concentrá-las em grande número em áreas restritas, onde medidas de controle podem se aplicadas de forma mais econômica, comparadas a métodos convencionais de controle, tais como o uso de inseticidas (HOKKANEN, 1991; PANIZZI; PARRA, 2009).

Apesar de muitos insetos serem polípagos ou olípagos, eles tendem a ter preferências por certos grupos taxonômicos de plantas, e isso pode ser usado para atraí-los (PANIZZI; PARRA, 2009). Os glicosinolatos são metabólitos secundários utilizados na defesa de plantas, encontrados principalmente em plantas da ordem Brassicales, para insetos especializados em espécies da família Brassicaceae, como algumas espécies de lepidópteros, os glicosinolatos atuam como "impressões digitais" essenciais no reconhecimento da planta hospedeira (BADENES-PEREZ et al., 2014).

Esses compostos estão presentes em maior quantidade em folhas mais jovens. São uma tendência de muitos insetos herbívoros, especialmente os especialistas, a preferência de oviposição de adultos e das larvas por folhas jovens de uma determinada planta hospedeira (GUTBRODT et al., 2012).

Badenes-Perez et al. (2014) observaram que, em plantas de *Barbarea* spp. (Brassicaceae) *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) ovipositou maior quantidade em folhas menores quando comparada a folhas maiores. Ainda segundo os autores, a atração por glicosinolatos pareceu ser mais importante para a oviposição de *P. xylostella* do que evitar as saponinas, compostos que atuam como impedidores da alimentação.

Essa preferência por folhas mais jovens ocorre, porque embora contenham um menor teor de metabólitos tóxicos do que as folhas mais jovens, as folhas mais velhas podem ser menos nutritivas para os insetos do que as mais jovens. Além do que,

alimentar-se de folhas mais velhas também pode aumentar o desgaste mandibular de insetos, devido ao aumento da tenacidade dessas (BADENES-PEREZ et al., 2014).

Aparentemente, os insetos podem prever ou avaliar o valor nutricional das plantas, e escolher as mais aptas para depositar seus ovos (PANIZZI; PARRA, 2009). Essa escolha se torna ainda mais importante para aqueles insetos herbívoros, cujas larvas nos instares iniciais se alimentam exatamente no local onde foram depositados os ovos, como por exemplo, *Ascia monuste orseis* (BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2009).

Os atributos nutricionais e não nutricionais das plantas, assim como as características morfológicas determinam a extensão do impacto do alimento na biologia dos insetos, que pode resultar na morte de imaturos, reduzir as taxas de crescimento, aumentar a mortalidade das pupas, originar adultos menores (com fecundidade reduzida), diminuir o tempo de vida e originar insetos deformados com comportamento anormal (PEDIGO, 2002; PANIZZI; PARRA, 2009).

De acordo com Ebenebe et al. (2011) *Hellula undalis* (Lepidoptera: Crambidae-Pyraustidae) ocorre em *Cleome viscosa* ao longo do ano em Samoa, mesmo na ausência de cultivados de brássicas. Além disso, todos os estágios de crescimento dessa planta abrigam o inseto. Foi observado também que larvas de diferentes estádios estavam presentes durante todas as amostragens, sugerindo a ocorrência de gerações sobrepostas. De acordo com os autores, *C. viscosa* desempenha um papel de reservatório selvagem desta praga naquela região.

Tal predileção pode ser devido à presença de glicosinolatos em *C. viscosa* (SUDHAKAR et al., 2006), pois como já citado anteriormente, esses compostos servem para atrair insetos especializados em Brassicaceae, como *H. undalis*. De acordo com Abdullah et al. (2016) os glicosinolatos são compostos comumente encontrados em espécies do gênero *Cleome*.

Segundo Panizzi e Parra (2009), espera-se que os insetos ao se alimentarem dessas plantas preferidas alcancem o potencial máximo de contribuição para a próxima geração, ou seja, sobrevivência dos imaturos e reprodução dos adultos no grau máximo. Portanto, as populações de insetos vivendo sobre essas plantas preferidas tenderão a aumentar rapidamente, exaurindo esses recursos, e estimativa acurada da capacidade de suporte das plantas-armadilha deve ser feita para evitar que os insetos-praga não abandonem as plantas por causa da competição interespecífica e consequente falta de alimento (PANIZZI; PARRA, 2009).

Ebenebe et al. (2011) mesmo verificando em experimentos de laboratório e gaiolas que larvas de *H. undalis* preferiram se alimentar de *C. viscosa* do que de *Brassica*

spp., afirmam que, a indicação geral do estudo é que o papel principal de *C. viscosa*, em condições de campo, é como fonte de recrutamento de *H. undalis* para hospedeiros cultivados.

2.5.1 Gênero *Cleome*

O gênero *Cleome*, pertence à família Cleomaceae e a ordem Brassicales. Anteriormente, este gênero pertencia à família Capparaceae, até que estudos de DNA descobriram que um grupo de gêneros que agora compõem Cleomaceae está mais relacionado com Brassicaceae do que com Capparaceae (ILTIS et al., 2011).

Cleomaceae é uma família de plantas com flores, compreendendo mais de 300 espécies pertencentes a nove gêneros, dos quais *Cleome* é o maior, com cerca de 180 a 200 espécies de importância medicinal, etnobotânica e ecológica (APARADH et al., 2012). Essa família é apontada como irmã de Brassicaceae por dados moleculares e morfológicos (THULIN; ROALSON, 2017).

Os membros da família são plantas herbáceas ou arbustivas com folhas compostas palmadas, a inflorescência é racemosa, as flores têm quatro pétalas com garras, seis estames e dois carpelos; o gineceu tem um ginóforo, os estames têm longos filamentos e o fruto deiscente tem uma persistente placenta lenhosa que permanece na planta mesmo depois que as válvulas dos frutos caem (STEVENS, 2017).

O gênero *Cleome* L. é composto por ervas a subarbustos, caracterizados por ramos glabros ou indumentados, inermes ou aculeados. Folhas alternas, composto-digitadas, 1-12-folioladas, pecioladas, folíolos membranáceos; estípulas setáceas ou espinescentes. Inflorescência em racemos, corimbos terminais ou raramente flores isoladas; brácteas filiformes ou foliáceas, raramente ausentes. Flores zigomorfas, bissexuadas; sépalas livres ou unidas na base; pétalas unguiculadas ou espatuladas, precocemente caducas, prefloração imbricada (SILVA et al., 2002).

As espécies do gênero são amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais. A maior diversidade de *Cleome* é restrita a regiões tropicais, onde aproximadamente 150 espécies foram registradas (APARADH et al., 2012). No Brasil, ocorrem 28 espécies de Norte a Sul (SILVA et al., 2002).



Figura 4 - Planta de *Cleome* sp.

2.5.1.1 Formas de utilização

Cleome spp. é tradicionalmente conhecida por suas diferentes propriedades medicinais, como a pasta de folhas para dor de cabeça, sumo de folhas de *C. gynandra* na dor de ouvido e doenças de pele. Também é usado em alimentos em países africanos, principalmente para mulheres grávidas (APARADH et al., 2012).

Em países da África, folhas de *C. rutidosperma* são coletadas da natureza e comidas cozidas ou adicionadas a sopas. Está entre as espécies recomendadas pela FAO para o consumo na África, de acordo com essa recomendação, 100 gramas de folhas frescas contêm: água (81,0 g), energia 239 kJ (57 kcal), proteína (5,5 g), gordura (0,9 g), carboidrato (10,1 g), fibra (1,7 g), Ca (454 mg), Mg (38 mg), P (59 mg), Fe (2,7 mg) (LEUNG et al., 1968).

Ojiako e Igwe (2007) verificaram que a farinha de semente de *C. rutidosperma* contém 74,43% de carboidratos, 7,20% de gorduras e 11,73% de proteínas, e os principais minerais encontrados foram potássio (39,00 ppm), sódio (23,00 ppm), e cálcio (18,00 ppm), zinco (0,013 ppm) e ferro (0,014 ppm). Tais composições sugerem que suas sementes são fontes potenciais de carboidratos, gorduras, proteínas, macro e micronutrientes e que podem ser usadas como alimento humano ou para incorporação na alimentação animal.

Archi et al. (2016) comprovaram atividades sedativas e hipnóticas em *C. rutidosperma*, pois a utilização de extrato das folhas causou promissor efeito depressor do sistema nervoso central em ratos, reduzindo o tempo para início do sono e

umentando a duração deste. A análise fitoquímica do extrato aquoso de suas folhas evidenciaram a presença de alcaloides, taninos, flavonoides e glicosídeos cardíacos (EDEOGA et al., 2005). Atividade antidiabética em ratos foi observada por Okoro et al. (2015) utilizando extratos da parte aérea de *C. rutidosperma*, onde a fração metanólica foi a mais ativa. Nessa fração identificou-se a presença de carboidratos, glicosídeos cardíacos, saponinas, esteroides, triterpenos, taninos, alcaloides, flavonoides e fenóis o que segundo os autores pode explicar tais resultados.

Na Malásia, o plantio de *C. rutidosperma* ao redor das bordas do campo pode ser considerado como parte de um programa de controle de insetos, desviando a oviposição de *Plutella xylostella* das plantas cultivadas (JANSEN, 2004). Essa planta é hospedeira de *Appias libythea olferna* e *Leptosia nina malayana* servindo de alimento para suas larvas, as quais se alimentam de folhas relativamente novas a de meia-idade, bem como ramos jovens, caules e partes de flores dessa planta (TAN et al., 2010; TAN et al., 2011). Sivapragasam ET al. (2017) verificaram *C. rutidosperma* como único hospedeiro natural de *Hellula undalis* (Fabr.), segundo os autores, apesar do nível de infestação do inseto na planta em campo ter sido baixo (0,1% a 3,45%) foi suficiente para fornecer uma população de origem para *Brassica oleracea* var. *Capitata*, causando danos significativos na cultura.

Sarfraz et al. (2009) estudando o desenvolvimento de *Diadegma insulare* parasitas de *P. xylostella* alimentadas com diferentes espécies de plantas, observou que a alimentação de *P. xylostella* com *Cleome hassleriana* reduziu o tempo de desenvolvimento do inseto, do ovo à fase adulta; reduziu o peso de pupa e de adultos e aumento a longevidade sem alimentação de *D. insulare*.

John et al. (2013) observaram larvas de *Pontia chloridice* (Lepidoptera: Pieridae), se alimentando de *C. iberica*. De acordo com os autores, *Cleome* spp. são preferidas como plantas hospedeiras por esse inseto em Chipre, e existe a aparente exclusão de membros da família Brassicaceae como hospedeiros de *P. chloridice* naquela região.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, W.; ELSAYED, W. M.; ABDELSHAFEEK, K. A.; NAZIF, N. M.; SINGAB, A. N. B. Chemical constituents and biological activities of *Cleome* genus: A brief review. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, Sikar, v. 8, n. 5, p. 777-787, May, 2016.
- AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 4, n. 2, p. 146-161, maio, 2012.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 2005. 58 p. (Documentos, 205).
- AKOB, C. A.; EWETE, F. K. Laboratory evaluation of bioactivity of tthanolic extracts of plants Used for protection of stored maize against *Sitophilus zeamais* Motschulsky in cameroon full access. **African Entomology**, Lonehill, v. 17, n. 1, p. 90-94, Mar. 2009.
- AKTAR, M. W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology**, Nadia, v. 2, n. 1, p.1-12, 2009.
- ALBUQUERQUE, U. P. DE; ANDRADE, L. DE O. C. Etnobotanica del género *Ocimum* L. (Lamiaceae) en las comunidades afrobrasileñas. **Anales Jardín Botánico de Madrid**, Madrid, v. 56, n. 1, p. 107-118, 1998.
- APARADH, V. T.; MAHAMUNI, R. J.; KARADGE, B. A. Taxonomy and physiological studies in spider flower (*Cleome* species): A critical review. **Plant Sciences Feed**, Kolhapur, v. 2, n. 3, p. 25- 46, 2012.
- ARAÚJO, T. A. de; PICANÇO, M. C.; FERREIRA, D. de O.; CAMPOS, J N. D.; ARCANJO, L. de P.; SILVA, G. A. Toxicity and residual effects of insecticides on *Ascia monuste* and predator *Solenopsis saevissima*. **Pest Management Science**, Medford, v. 73, n. 11, p. 2259-2266, Nov. 2017.
- ARCHI, F. F.; ISLAM, S.; BABU, M. A. H. K.; ULLAH, A.; AZAM, S.; CHOWDHURY, A.; RAHMAN, M.; KARIM, M. S.; GOSWAMI, S. Potential evaluation of central nervous system anti-depressant activity of *Cleome rutidosperma* in mice. **Biomedical Research and Therapy**, Ho Chi Minh, v. 3, n. 10, p. 889-901, Oct. 2016.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; FERNANDES J. S. C.; PEDROSA, C. E.; VALADARES, N. R.; FERREIRA, M. A. M.; MARTINS, R. A. V. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 32, n. 1, p. 48-54, jan./mar. 2014.
- BADENES-PEREZ, F. R.; GERSHENZON, J.; HECKE, D. G. Insect attraction versus plant defense: young leaves high in glucosinolates stimulate oviposition by a specialist herbivore despite poor larval survival due to high saponin content. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 4, e95766, Apr. 2014.

- BALDIN, E. L. L.; SCHLICK-SOUZA, E. C.; LOURENÇÃO, A. L.; CAMARGO, R. S. Resistance of collard greens to *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Arthropod-Plant Interactions**, Nova York, v. 9, n. 1, p. 67-74, Jan./Feb. 2015.
- BASTOS, C. S.; PIKANÇO, M.; LÔBO, A. P.; SILVA, E. A.; NEVES, L. L. M. Oviposição de *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) em couve comum. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 187-193, jan./mar. 1997.
- BENITEZ, N. P.; LEÓN, E. M. M.; STASHENKO, E. E. Eugenol and methyl eugenol chemotypes of essential oil of species *Ocimum gratissimum* L. and *Ocimum campechianum* Mill. from Colombia. **Journal of Chromatographic Science**, Oxford, v. 47, n. 9, p. 800-803, Oct. 2009.
- BHUVANESHWARI, K.; GOKULANATHAN, A.; JAYANTHI, M.; OVINDASAMY, V.; MILELLA, L.; LEE, S.; YANG, D. C.; GIRIJA, S. Can *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum tenuiflorum* L. in vitro culture be a potential source of secondary metabolites?. **Food Chemistry**, Washington, v. 194, n. 1, p. 55-60, Mar. 2016.
- BITTENCOURT-RODRIGUES, R. S.; ZUCOLOTO, F. How feeding on young and old leaves affects the performance of *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera, Pieridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 1, p.102-106, mar. 2009.
- BITTENCOURT-RODRIGUES, R.; ZUCOLOTO, F. S. Effect of host age on the oviposition and performance of *Ascia monuste* Godart (Lepidoptera: Pieridae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 169-175, mar./abr. 2005.
- BOIÇA JUNIOR, A. L.; TAGLIARI, S. R. A.; PITTA, R. M.; JESUS, F. G. de; Braz, L.T. Influência de genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) na biologia de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 710-717, 2011.
- BRAND, Y. M.; ROA-LINARES, V. C.; BETANCUR-GALVIS, L. A.; DURÁN-GARCÍA, D. C.; STASHENKO, E. Antiviral activity of Colombian Labiatae and Verbenaceae family essential oils and monoterpenes on Human Herpes viroses. **Journal of Essential Oil Research**, Londres, v. 28, n. 2, p. 130-137, Oct. 2015.
- CAAMAL-HERRERA, I. O.; CARRILLO-COCOM, L. M.; ESCALANTE-RÉNDIZ, D. Y.; ARÁIZ-HERNÁNDEZ, D. A.; AZAMAR-BARRIO, J. A. Antimicrobial and antiproliferative activity of essential oil, aqueous and ethanolic extracts of *Ocimum micranthum* Willd Leaves. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, Londres, v. 18, n. 55, p. 2-9, Feb. 2018.
- CABALLERO-GALLARDO, K.; PINO-BENITEZ, N.; PAJARO-CASTRO, N.; STASHENKO, E.; OLIVERO-VERBEL, J. Plants cultivated in Choco, Colombia, as source of repellents against *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Amsterdã, v. 17, n. 4, p. 753-759, Dec. 2014.

CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 16 p. (Circular Técnica, 35).

CARNEIRO, J. S. **Reconhecimento e controle das principais pragas de campo e de grãos armazenados de culturas temporárias no Amazonas.** Manaus: Embrapa-Uepae de Manaus, 1983. 82 p. (Circular Técnica, 7).

CAROVIC-STANKO, C.; LIBER, Z.; POLITEO, O.; STRIKIC, F.; KOLAK, I.; MILOS, M.; SATOVIC, Z. Molecular and chemical characterization of the most widespread *Ocimum* species. **Plant Systematics and Evolution**, Nova York, v. 294, n.3-4, p. 253-262, Jul. 2011.

CARTEA, M. E.; VELASCO, P. Glucosinolates in Brassica foods: bioavailability in food and significance for human health. **Phytochemistry Reviews**, Bethesda, v. 7, n. 3, p. 213-229, 2008.

CATTA-PRETA, P. D.; ZUCOLOTO, F. S. Oviposition behavior and performance aspects of *Ascia monuste orseis* (Godart, 1919) (Lepidoptera, Pieridae) on kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 169-174, abr./jun. 2003.

CHEW, F. S. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. **Oecologia**, Nova York, v. 20, n. 2, p. 117-127, Apr./Jun. 1975.

CORDERO, R. J.; KUCHAR, T. P.; SPEESE, J.; YOUNGMAN, R. R.; LEWIS, E. E.; BLOOMQUIST, J. R.; KOK, L. T.; ANTHONY D. BRATSCH, A. D. Field efficacy of insecticides for control of Lepidoptera pests on collards in Virginia. **Plant Health Progress**, Saint Paul, v. 7, n. 1, p. 1-11, Jan. 2006.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506, out./dez. 2011.

COSTA, E. M. R.; MARCHESE, A.; MALUF, W. R.; SILVA, A. A. Resistência de genótipos de couve-manteiga ao pulgão-verde e sua relação com a cerosidade foliar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 146-154, jan./mar. 2014.

DE MASI, L.; SIVIERO, S.; CASTRESE, E.; CASTALDO, D.; SIANO, F.; LARATTA, B. Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.). **European Food Research and Technology**, Nova York, v. 223, n. 02, p. 273-281, Jun. 2006.

EBENEBE, A. A.; ACHARI, S. R.; CHAND, N.; KRISHNA, A. A.; BALEISUVA, S. The cabbage webworm (*Hellula undalis*) on tickweed (*Cleome viscosa*) in Samoa. **The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences**, Melbourne, v. 29, n. 1, p. 1-6, Jan. 2011.

EDEOGA, H. O.; OKWU, D. E.; MBAEBIE, B.O. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. **African Journal of Biotechnology**, v. 4, n. 7, p. 685-688, Jul. 2005.

GOMES JUNIOR, R. N.; TRINDADE, R. C. P.; DUARTE, A. G.; SOUSA, R. da S.; SABINO, A. R. Extratos de inhame (*Dioscorea rotundata* Poirr.) e de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) na mortalidade de *Ascia monustes orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae) em couve. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 159-163, jun. 2017.

GUTBRODT, B.; DORN, S.; UNSICKER, S.; MODY, K. Species-specific responses of herbivores to within-plant and environmentally mediated between-plant variability in plant chemistry. **Chemoecology**, Nova York, v. 22, n. 2, p. 101-111, Jun. 2012.

HOKKANEN, H. M. T. Trap cropping in pest management. **Anual Review Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 119-138, 1991.

HUSSAIN, M. S.; FAREED, S.; ANSARI, S.; RAHMAN, M. A.; AHMAD, I. Z.; SAEED, M. Current approaches toward production of secondary plant metabolites. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, Mumbai, v. 4, n. 1, Jan./Mar. 2012.

ILTIS, H. H.; HALL, J. C.; COCHRANE, T. S.; SYTSMA, K. J. Studies in the Cleomaceae I. On the Separate Recognition of Capparaceae, Cleomaceae, and Brassicaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Washington, v. 98, n. 1, p. 28-36, Apr. 2011.

ISHIDA, M.; HARA, M.; FUKINO, N.; KAKIZAKI, T.; MORIMITSU, Y. Glucosinolate metabolism, functionality and breeding for the improvement of Brassicaceae vegetables. **Breeding Science**, [S.l.], v. 64, n. 1, p. 48-59, Jun. 2014.

ISMAN, M. B. A renaissance for botanical insecticides?. **Pest Management Science**, Medford, v. 71, n. 2, p. 1587-1590, Dec. 2015.

JANSEN, P. C. M. 2004. **Cleome rutidosperma DC.** [Internet] Record from PROTA4U. GRUBBEN, G. J. H.; DENTON, O. A. (Ed.) PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. Disponível em: <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acesso em: 23 maio 2018.

JARAMILLO, B. E. C.; DUARTE, E. R.; DELGADO, W. Bioactividad del aceite esencial de *Ocimum micranthum* Willd, recolectado en el departamento de Bolívar, Colombia. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Habana, v.19, n. 2, p. 185-196, Abr./Jun. 2014.

JOHN, E.; MAKRIS, C.; CHRISTOFIDES, Y. *Cleome iberica* DC.: A new host-plant for *Pontia chloridice* (Hübner, [1813]) (Lepidoptera: Pieridae) in the levant and its influence on the butterfly's phenology in Cyprus. **Entomologist's Gazette**, v. 64, p. 19-26, 2013.

KUHAR, T. P.; CORDERO, R. J.; BARLOW, V. M.; VENKATA, R. Y.; SPEESE, J. Evaluation of foliar insecticides for controlling lepidopterous pests in cabbage. **Arthropod Manag Tests**, Annapolis, MD, v. 28, n. 1 (E10), p. 1-2, 2003.

LEFSRUD, M.; KOPSELL, D.; WENZEL, A.; SHEEHAN, J. Chances in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v.112, n.2, p. 136-141, mar. 2007.

LEUNG, W.-T. W.; BUSSON, F.; JARDIN, C. **Food composition table for use in Africa**. FAO, Rome, Italy. 1968. 306 p.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 622-627, jul./set. 2013.

LORDELLO, L. G. E.; RODRIGUES, R. A. Estudos sobre *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lep., Pierididae). **Anais da ESALQ**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 181-184, dez. 1951. disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/aesalq/article/view/48956>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

LUENGO, R. de F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. 2 ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 4 p. (Documentos, 26).

MACHADO, F. M. V. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; PIEDADE, S. M de S. Avaliação da disponibilidade de ferro em ovo, cenoura e couve e em suas misturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 610-618, jul./set. 2006.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. de O. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p.103-106, jul./dez. 2007.

MAKRI, O.; KINTZIOS, S. *Ocimum* sp. (Basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. **Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants**, Londres, v. 13, n. 3, p. 123-150, Jul./Sep. 2008.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**: produtos indicados para *Ascia monuste orseis*. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MAPELI, N. C.; SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CREMON, C.; SILVA, A. N.; MANDARINO, A. P. Deterrência alimentar em *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) induzida por soluções homeopáticas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 2, p. 184-190, mar./abr. 2015.

MAURYA, P.; SHARMA, P.; MOHAN, L.; BATABYAL, L.; SRIVASTAVA, C. N. Evaluation of the toxicity of different phytoextracts of *Ocimum basilicum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seul, v.12, n. 2, p. 113-115, Jun. 2009.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Efeito da aplicação de extratos aquosos em couve na alimentação de lagartas de *Ascia monuste orseis*. **Bragantia**, Campinas, n. 4, p.633-641, out./dez. 2005.

MELO, J. G.; RODRIGUES, M. D.; NASCIMENTO, S. C.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Cytotoxicity of plants from the Brazilian semi-arid region: A comparison of different selection approaches. **South African Journal of Botany**, Amsterdã, v. 113, n. 1, p. 47-53, Nov. 2017.

MORENO, D. A.; CARVAJAL M.; LOPEZ-BERENGUER, C.; GARCIA-VIGUERA, C. Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Amsterdã, v. 41, n. 5, p. 1508-1522, Aug. 2006.

MURCIA-MESEGUER, A.; ALVES, T. J. S.; BUDIA, F.; ORTIZ, A.; MEDINA, P. Insecticidal toxicity of thirteen commercial plant essential oils against *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Phytoparasitica**, Nova York, v. 46, n. 2, p. 233-245, Apr. 2018.

NAKATA, H.; HIRAKAWA, Y.; KAWAZOE, M.; NAKABOB, T.; ARIZONO, K.; ABEA, K.; KITANO, T.; SHIMADAD, H.; WATANABEE, I.; LIF, W.; DING, X. Concentration and composition of organochlorine contaminants in sediments, soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hanzhou Bay and Shanghai city region, China. **Environmental Pollution**, Nova York, v. 133, n. 1, p. 415-429, Jan./Apr. 2005.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 28, n. 3, jul./set. 2010.

MAHAJAN, N.; RAWAL, S.; VERMA, M.; PODDAR, M.; ALOK, S. A. phytopharmacological overview on *Ocimum* species with special emphasis on *Ocimum sanctum*. **Biomedicine and Preventive Nutrition**, Amsterdã, v. 3, n. 2, p.185-192, Apr./Jun. 2013.

OJIAKO, O. A.; IGWE, C. U. Nutritional and anti-nutritional compositions of *Cleome rutidosperma*, *Lagenaria siceraria*, and *Cucurbita maxima* seeds from Nigeria. **Journal of Medicinal Food**, New Rochelle, v. 10, n. 4, p. 735-738, Dec. 2007.

OKORO, I. O.; UMAR, I. A.; ATAWODI, S. E.; ANIGO, K. M. Bioassay-guided evaluation of the antidiabetic activity of *Cleome rutidosperma* DC. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Sagar, v. 7, n. 1, p. 198-202, 2015.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D.; HADDAD, M. L. Bioatividade de pós vegetais sobre o caruncho do feijão em grãos armazenados. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 74, n. 2, p.217-227, maio/ago. 1999.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas, p. 21-35. In: _____. (Eds.). **Bioecologia e Nutrição de Insetos. Base para o Manejo Integrado de Pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 26. P. 1107-1139.

PEDIGO, L. P. (Ed.). **Entomology and pest management**, 4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742 p.

PEREIRA, R. de C. A.; MOREIRA, M. da R.; LIMA, R. B. **Cultivo de Alfavaca-de-Galinha (*Ocimum micranthum* Willd)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 2 p. (Comunicado Técnico, 138).

PEREIRA, T.; PASINI, A.; OLIVEIRA, E. D. M. Biologia e preferência de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) na planta invasora *Raphanus raphanistrum* L. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 725-727, jul./ago. 2003.

RATTAN, R. S. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 29, n. 9, p. 913-920, Dec. 2010.

ROSAS, J. F.; ZOGHBI, M. das G. B.; ANDRADE, E. H. A.; BERG, M. E. V. D. Chemical composition of a methyl-(E)-cinnamate *Ocimum micranthum* Willd. from the Amazon. **Flavour and Fragrance Journal**, Medford, v. 20, n. 2, p. 161-163, Dec. 2005.

RUNYORO, D.; NGASSAPA, O.; VAGIONAS, K.; ALIGIANNIS, N.; GRAIKOU, K.; CHINO, I. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 119, n. 1, p. 311-316, Jan./Mar. 2010.

SACCHETTI, G.; MEDICI, A.; MAIETTI, S.; RADICE, M.; MUZZOLI, M.; MANFREDINI, S.; BRACCIOLI, E.; BRUNI, R. Composition and functional properties of the essential oil of Amazonian basil, *Ocimum micranthum* Willd., Labiatae in comparison with commercial essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry Article**, Washington, v. 52, n. 11, p. 3486-3491, may. 2004.

SANTANA, A. F. K. **Influência da agregação larval na história de vida de *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819) (Lepidoptera: Pieridae)**. 2012. 76 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

SANTANA, A. F.; ZUCOLOTO, F. S. Influence of previous experience on the preference, food utilization and performance of *Ascia monuste orseis* Wild larvae (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) for three different hosts. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 6, p. 631-638, nov./dez. 2011.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Fitness of the parasitoid *Diadegma insulare* is affected by its host's food plants. **Basic and Applied Ecology**, Amsterdã, v.10, n. 6, p. 563-572, Sep. 2009.

SILVA, M. G. V.; SILVA, F. O.; MATOS, F. J. A. 2004. Chemical composition of leaves essential oil of *Ocimum micranthum* Willd growing Brazil Northeast, during daytime and at different stages of development. **Journal of Essential Oil Research**, Londres, v. 16, n. 3, p. 36-40, May/Jul. 2004.

SILVA, A. L.; BATISTA, A. C.; SILVA, F. W. R.; CHAVES, F. C. M.; GENTIL, D. F. O.; BIZZO, H. R. Composição química do óleo essencial de folhas de três amostras de alfavaca coletadas em Manaus - AM. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 4782-4786, 2011.

SILVA, M. B. C. E.; GIULIETTI, A. M.; STAM, G. P.; SZTUTMAN, M. Capparaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S.; BITTRICH, V.; KAMEYAMA, C. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica: São Paulo, v. 2, p. 71-78, 2002.

SILVA, G. N.; FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H.; FREITAS, R. S. Bioactivity of *Jatropha curcas* L. to insect pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdã, v. 48, n. 1, p. 111-113, Jan./Mar. 2012.

SINGH, P.; JAYARAMAIAH, R. H.; SARATE, P.; THULASIRAM, H. V.; KULKARNI, M. J.; GIRI, A. P. Insecticidal Potential of Defense Metabolites from *Ocimum kilimandscharicum* against *Helicoverpa armigera*. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 8, p. 1-9, Aug. 2014.

SIVAPRAGASAM, A. Ecological and foraging aspects of the cabbage webworm, *Hellula undalis* Fabricius. In: SRINIVASAN, R.; ZALUCHI, M. P.; SHELTON, A. M.; KUMAR, A. R. V.; CHANDRASHEKARA, K. (eds.), 2017. Proceedings of the Seventh International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests, 23-27 March 2015, Mysore **Journal of Agricultural Sciences**, 51 (A), p. 1-218.

SOUSA, S. T. de. **Estudo da atividade biológica de *Ocimum campechianum* Mill. e determinação de seu perfil fitoquímico**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Departamento de Ciências Farmacêuticas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

STEVENS, P. F. (2001 em diante). **Angiosperm phylogeny website**. Version 14, Jul. 2017. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

SUDHAKAR, M.; RAO, C. V.; RAO, P. M.; RAJU, D. B. Evaluation of antimicrobial activity of *Cleome viscosa* and *Gmelina asiática*. **Fitoterapia**, Amsterdã, v. 77, n. 1, p. 47-49, Jan. 2006.

TAN, H.; LOKE, P. F.; CHNG, C. K.; WONG, A.; KHEW, S. K. **Life history of the psyche (*Leptosia nina malayana*)**. 2011. Disponível em: <<http://butterflycircle.blogspot.com/2011/02/life-history-of-psyche.html>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

TAN, H.; TAY, B.; KOH, H.; CHIR, S.; KHEW, S. K. **Life history of the striped albatross (*Appias libythea olferna*)**. 2012. Disponível em: <<http://butterflycircle.blogspot.com/2010/06/life-history-of-striped-albatross.html>>. Acesso em: 24. jun. 2018.

THULIN, M.; ROALSON, E. H. Resurrection of the genus *Rorida* (Cleomaceae), a distinctive old world segregate of *Cleome*. **Systematic Botany**, Washington, v. 42, n. 3, p. 569-577, Jul./Sep. 2017.

TRANI, P. E.; TRAVELLI, S. W.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E. P.; ARAÚJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS, F. A.; FIGUEIREDO, G. J. B.; NOVO, M. do C. S. S. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agronômico, 2015. 36 p. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214).

VILAR M; CARTEA ME; PADILLA G. The potential of kales as a promising vegetable crop. **Euphytica**, Bethesda, v.159, n. 1-2, p. 153-165, Jan. 2008.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. M.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p. (Documentos, 316).

WINK, M. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. **Phytochemistry**, Bethesda, v. 64, n. 1, p. 3-19. Sep. 2003.

XU, H.; ZHENG, X.; YANG, Y.; TIAN, J.; LU, Y.; TAN, K.; HEONG, K.; LU, Z. Methyl eugenol bioactivities as a new potential botanical insecticide against major insect pests and their natural enemies on rice (*Oriza sativa*). **Crop Protection**, Lincoln, v. 72, n. 1, p. 144-149, Jun. 2015.

ZAYYAT, E. A. E.; SOLIMAN, M. I.; ELLEBOUDY, N. A.; OFAA, S. E. *Musca domestica* laboratory susceptibility to three ethnobotanical culinary plants. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 22, n. 20, p. 15844-15852, Oct. 2015.

ZHAO, X.; XI, X.; HU, Z.; WU, W.; ZHANG, J. Exploration of novel botanical insecticide leads: synthesis and insecticidal activity of β -dihydroagarofuran derivatives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry Article**, Washington, v. 64, n. 7, p. 1503-1508, Feb. 2016.

CAPÍTULO I

PREFERÊNCIA ALIMENTAR E DESENVOLVIMENTO DE *Ascia monuste orseis* (Godart) EM COUVE E *Cleome* sp.

RESUMO

As espécies do gênero *Cleome*, pertencente à família Cleomaceae, são relatadas na literatura como hospedeiras de insetos de diferentes famílias da ordem Lepidoptera. Avaliou-se a preferência alimentar e o desenvolvimento da lagarta curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis*, em couve e na planta daninha *Cleome* sp. O teste de preferência alimentar consistiu em acondicionar seis discos foliares (três de couve e três de *Cleome* sp.) juntamente com cinco larvas numa placa de Petri de 12 cm de diâmetro. Os discos foliares foram dispostos, alternados e equidistantes, sobre papel de filtro umedecido com água destilada, sendo o consumo das larvas avaliado com 24 horas do início do teste. As larvas foram divididas em dois grupos de acordo com a planta onde foram coletados os ovos que as originaram. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 2. O primeiro fator foi representado pela origem dos ovos (couve e *Cleome* sp.). O segundo fator foi representado pelo alimento ofertado às larvas (couve e *Cleome* sp.). Dessa forma, o experimento foi composto por quatro tratamentos de 10 repetições com cinco larvas. Na avaliação de desenvolvimento, as larvas foram separadas em dois grupos em função da origem dos ovos, sendo um tratamento com *Cleome* sp. e o outro com couve, individualizadas em potes plásticos com furos na tampa, e alimentadas diariamente. O delineamento utilizado foi o DIC com dois tratamentos de 10 repetições com cinco larvas. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório sob condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), UR ($70\pm 5\%$) e fotoperíodo (12 horas). O teste de preferência indicou que as larvas optaram por alimentar-se da respectiva planta de origem dos ovos. Com relação ao desenvolvimento dos insetos, a alimentação das larvas com *Cleome* sp. resultou em maior ganho de peso nos primeiros sete dias da fase larval, menor duração do período de pupa, adultos com asas maiores e com menor ocorrência de deformação morfológica. Os resultados comprovam que a alimentação das larvas de *A. monuste orseis* com *Cleome* sp. é mais favorável ao seu desenvolvimento, quando comparada com o tratamento utilizando couve.

Palavras-chave: Curuquerê-da-couve. Alimentação. Cleomaceae.

ABSTRACT

Species of the genus *Cleome*, belonging to the Cleomaceae family, are reported in literature as host of insects of different families of the order Lepidoptera. The food preference and the development of *curuquerê-da-couve* caterpillar, *Ascia monuste orseis*, in cabbage and in *Cleome* sp weed were evaluated. The food preference test consisted of packing six leaf disks (three of cabbage and three of *Cleome* sp.) along with five larvae in a Petri dish of 12 cm in diameter. Leaf disks were alternately and equidistantly arranged on filter paper moistened with distilled water, and larval consumption was evaluated 24 hours after the start of the test. Larvae were divided into two groups according to the plant where eggs that originated them were collected. The experimental design was completely randomized (CRD) in a 2 x 2 factorial scheme. The first factor was represented by the origin of eggs (cabbage and *Cleome* sp.). The second factor was represented by the food offered to larvae (cabbage and *Cleome* sp.). Thus, the experiment was composed of four treatments of 10 replicates with five larvae. In the development evaluation, larvae were separated into two groups according to the origin of eggs, one treatment with *Cleome* sp. and the other with cabbage, individualized in plastic pots with holes in the lid, and fed daily. The design was CRD with two treatments of 10 replicates with five larvae. Bioassays were conducted in laboratory under constant temperature (25 ± 2 °C), RH ($70 \pm 5\%$) and photoperiod conditions (12 hours). The preference test indicated that the larvae chose to feed on the respective plant that originated the eggs. In relation to insect development, feeding larvae with *Cleome* sp. resulted in greater weight gain in the first seven days of the larval phase, shorter duration of the pupae period, adults with larger wings and less occurrence of morphological deformation. The results showed that the feeding of *A. monuste orseis* larvae with *Cleome* sp. is more favorable for their development, when compared to treatment using cabbage.

Keywords: Curuquerê-da-couve. Feed. Cleomaceae.

3.1 INTRODUÇÃO

Ascia monuste orseis (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) representa um dos principais herbívoros da família Brassicaceae na região neotropical, particularmente nas regiões e estações mais quentes do Brasil (SANTANA; ZUCOLOTO, 2011). Dependendo do nível de infestação na lavoura, as perdas podem ser de até 100% (MAPELI et al., 2015).

Apesar de muitos insetos serem polívoros ou olívoros, esses tendem a ter preferências por certos grupos de plantas (PANIZZI; PARRA, 2009). O gênero *Cleome*, pertence à família Cleomaceae, apontada como irmã de Brassicaceae por dados moleculares e morfológicos (ILTIS et al., 2011; THULIN; ROALSON, 2017).

Cleome spp. são amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (APARADH et al., 2012). Algumas dessas espécies têm utilizações variadas que vão desde o uso medicinal (ARCHI et al., 2016), alimentício (LEUNG et al., 1968) até o controle (RIMI et al., 2017) e atração (JOHN et al., 2013) de insetos.

Sivapragasam et al. (2017) verificaram *Cleome rutidosperma* como único hospedeiro natural de *Hellula undalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). John et al. (2013) também observaram larvas de *Pontia chloridice* (Lepidoptera: Pieridae), se alimentando de *C. iberica*. Ebenebe et al. (2011) verificaram em experimentos de laboratório e gaiolas que larvas de *H. undalis* preferiram se alimentar de *C. viscosa* do que de *Brassica* spp.

De acordo com Panizzi e Parra (2009), aparentemente, os insetos podem prever ou avaliar o valor nutricional das plantas, e assim escolher as mais aptas para ovipositar. Os atributos nutricionais e antinutricionais das plantas, assim como as características morfológicas determinam a extensão do impacto do alimento na biologia dos insetos (PEDIGO, 2002).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a preferência alimentar e o desenvolvimento das larvas de *A. monuste orseis*, sendo a dieta, proveniente da couve e de *Cleome* sp., levando-se em consideração a planta da oviposição.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 IDENTIFICAÇÃO DA PLANTA *Cleome* sp.

Plantas de *Cleome* sp., foram coletadas na zona urbana do município de Rio Branco, Acre, seguindo as seguintes coordenadas geográficas: 9°57'17.22"S; 67°49'45.54"O. As exsicatas encontram-se depositadas no Herbário UFACPZ da Universidade Federal do Acre (UFAC) com o tombo nº 20664.

3.2.2 OBTENÇÃO DOS INSETOS

Ovos de *Ascia monuste orseis* foram coletados em plantas *Cleome* sp., e em plantas de couve (Figura 1). Estes foram mantidos, separadamente, em potes plásticos tampados contendo algodão umedecido com água destilada, em condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70\pm 5\%$) e fotoperíodo (12 horas). Após a eclosão, as larvas foram alimentadas com as respectivas plantas de origem dos ovos, até o terceiro dia quando foram utilizadas nos bioensaios.



Figura 1 - Ovos de *A. monuste orseis* em couve e *Cleome* sp.

3.2.3 BIOENSAIOS

Os bioensaios foram realizados no laboratório de Manejo Integrado de Pragas (MIP), em condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), UR ($70\pm 5\%$) e fotoperíodo

(12 horas), utilizando-se larvas curuquerê-da-couve de três dias, provenientes de plantas de couve e de *Cleome* sp.

Plantas de *Cleome* sp. foram higienizadas e acondicionadas em recipientes plásticos de cinco litros, tampados. Estes continham em seu interior um Becker de vidro com água destilada, na qual as raízes das plantas mantiveram-se em contato durante o armazenamento em refrigerador a 10 °C.

As couves, do tipo manteiga foram plantadas e coletadas na horta da UFAC, Campus Rio Branco, higienizadas com água destilada e em seguida oferecidas às larvas. O armazenamento foi realizado da mesma forma que se fez em *Cleome* sp. As plantas de couve foram conduzidas isentas de controle químico para pragas e doenças (Figura 2).

As coletas das duas espécies de plantas foram realizadas sempre no horário da manhã, a cada três dias.



Figura 2 - Cultivo de couve instalado na horta da UFAC para alimentação das larvas e coleta de ovos.

3.2.3.1 Teste de preferência/consumo

O teste consistiu em disponibilizar numa placa de Petri (12 cm), com papel de filtro umedecido com água destilada, seis discos foliares (13 cm²), três de couve e três de *Cleome* sp., dispostos alternados e equidistantes. Dentro de cada placa

continham cinco larvas de três dias (Figura 3). A metodologia foi adaptada de Baldin e Lara (2002).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 2. O primeiro fator foi representado pela origem dos ovos (couve e *Cleome* sp.). O segundo fator foi representado pelo alimento ofertado às larvas (couve e *Cleome* sp.). Dessa forma, o experimento foi composto por quatro tratamentos, com 10 repetições de cinco larvas.

Após 24 horas de exposição, os discos foram avaliados quanto ao consumo das larvas, procedendo-se a leitura em medidor de área foliar portátil modelo AM350 (ADC Bio Scientific Ltd., Hoddesdon, UK) para determinar a área consumida, que foi a variável avaliada.

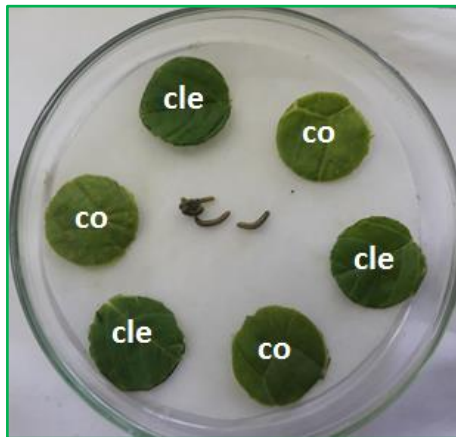


Figura 3 - Avaliação da preferência/consumo das larvas de *A. monuste orseis* em couve (co) e *Cleome* sp. (cle), simultaneamente.

3.2.3.2 Teste de desenvolvimento

O bioensaio consistiu da alimentação diária das larvas de *A. monuste orseis* com as respectivas espécies que se coletou os ovos (couve ou *Cleome* sp.). As larvas foram individualizadas em recipientes plásticos de 200 mL com furos na tampa (Figura 4). Diariamente realizou-se a troca do alimento, garantindo a higienização dos recipientes com álcool 70% e água destilada e a contagem dos insetos mortos. Já a pesagem das larvas foi realizada em dias alternados.

O alimento fornecido às larvas representou os tratamentos. Dessa forma, o teste foi composto por dois tratamentos com 10 repetições de cinco larvas cada. O delineamento experimental utilizado foi o DIC.



Figura 4 - Forma de condução do teste de desenvolvimento - alimentação das larvas de *A. monuste orseis* com *Cleome* sp. e couve.

As variáveis analisadas foram ganho de peso das larvas, duração do período larval, viabilidade de larvas, peso de pupas, duração do período pupal e viabilidade de pupa, tamanho dos insetos, razão sexual (BARBOSA et al., 2000) e ocorrência de malformação por meio da avaliação da simetria das asas.

3.2.3.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Grubbs para verificação de dados discrepantes, teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados, homogeneidade de variâncias pelo teste F, quando necessário os dados foram transformados e em seguida submetidos à ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 TESTE DE PREFERÊNCIA/CONSUMO

Os dados de consumo das larvas de *A. monuste orseis* provenientes da couve e de *Cleome* sp., estão apresentados na Tabela 1. Os dados da análise de variância e desdobramentos estão explicitados no Apêndice A (Tabelas 4 a 6). Verificou-se interação significativa ($F= 7,39$; $P< 0,05$) entre o alimento ofertado e a origem das larvas.

Tabela 1 - Consumo (cm^2) das larvas de *A. monuste orseis* em função da origem dessas (couve e *Cleome* sp.) e do alimento ofertado (couve e *Cleome* sp.), em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Origem das larvas			
Alimento	Couve	<i>Cleome</i> sp.	Média
Couve	15,15 \pm 1,20 Aa	10,95 \pm 0,86 Bb	12,37
<i>Cleome</i> sp.	10,67 \pm 1,78 Bb	14,07 \pm 1,77Aa	25,42
Média	12,91	12,51	13,05
CV (%)	-	-	11,79

Médias (EP \pm) seguidas de mesma letra, Maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Observou-se que as larvas provenientes da couve preferiram alimentar-se dessa hortaliça, enquanto as originárias de *Cleome* sp., tiveram preferência por essa planta. Tais resultados indicam a preferência das larvas à planta de origem dos ovos, indicando que se ocorrer oviposição em *Cleome* sp., suas larvas alimentar-se-ão dessa planta durante todo seu desenvolvimento.

Embora não tenha sido realizado teste de preferência para oviposição dos adultos, Sivinski (2014) verificou que plantas com flores são mais atrativas para lepidópteros que plantas sem flores, o que pode favorecer a atratividade dos insetos adultos para *Cleome* sp., visto ser esta uma espécie florida, o que não ocorre com a planta de couve.

John et al. (2013) observaram maior preferência de *Pontia chloridice* (Lepidoptera: Pieridae) por espécies do gênero *Cleome*, quando comparada à membros da família Brassicaceae, como hospedeiros. Sivapragasam et al. (2017) verificaram C.

rutidosperma como único hospedeiro natural de *Hellula undalis*. Ebenebe et al. (2011) também observaram que larvas de *H. undalis* preferiram se alimentar de *C. viscosa* a *Brassica* spp.

3.3.2 TESTE DE DESENVOLVIMENTO

Os ganhos de peso das larvas ao longo do desenvolvimento, em folhas de couve e de *Cleome* sp., estão apresentados na Tabela 2. Observou-se diferenças significativas entre as larvas alimentadas com couve e com *Cleome* sp. ($P < 0,05$).

A alimentação com *Cleome* sp., resultou em maior ganho de peso aos três ($F = 8,52$), cinco ($F = 63,73$) e sete ($F = 23,18$) dias, quando comparado às larvas alimentadas com couve. Possivelmente, tais resultados ocorreram devido ao maior valor nutricional de *Cleome* sp., em comparação à couve, pois segundo Leung et al. (1968) 100 gramas de folhas frescas de *Cleome rutidosperma*, espécie morfológicamente semelhante à espécie aqui estudada, contêm 81 g de água, 57 kcal, 5.5 g de proteína, 10.1 g de carboidrato, 454 mg de cálcio, 2.7 mg de ferro. Já a mesma quantidade de couve manteiga apresenta 89 g de água, 25 kcal, 1.1 g de proteína, 2.9 g de carboidrato, 330 mg de cálcio, 2.2 mg de ferro (MACHADO et al., 2006; LUENGO et al., 2011), o que resultou em maior ganho de peso das larvas.

Tabela 2 - Peso médio das larvas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve e com *Cleome* sp. aos três, cinco, sete e nove dias, em condições de laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Tratamento	Ganho de peso (g)			
	3 dias	5 dias	7 dias	9 dias
Couve	0,0050 \pm 0,00 b	0,0167 \pm 0,00 b	0,1027 \pm 0,00 b	0,3643 \pm 0,01 a
<i>Cleome</i> sp.	0,0058 \pm 0,00 a	0,0267 \pm 0,00 a	0,1213 \pm 0,00 a	0,3671 \pm 0,01 a
CV(%)	11,13	12,92	7,72	6,10

Médias (EP \pm) seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Segundo Pratisoli et al. (2008) os nutrientes essenciais para lepidópteros são aminoácidos, vitaminas e sais minerais e os não essenciais são carboidratos, lipídios e esteróis. Além disso, eles devem estar adequadamente balanceados, principalmente na relação proteína x carboidratos. Esse balanceamento é observado em *Cleome* sp.

Na Figura 5 estão apresentados os resultados de duração do período larval, período pupal, viabilidade de larvas, viabilidade de pupas e peso de pupas de *A. monuste orseis* alimentadas com folhas de couve e com *Cleome* sp.

Verificou-se que as larvas alimentadas com couve diferiram estatisticamente das que receberam a planta *Cleome* sp., como alimento, para o período larval ($F= 68,48$; $P < 0,05$) e período pupal ($F= 92,38$; $P < 0,05$). Para as variáveis peso de pupas, viabilidade das larvas e das pupas não se constatou diferenças estatísticas ($P \geq 0,05$).

As larvas alimentadas com couve encerraram o período larval antes das que receberam *Cleome* sp., como alimento, apesar das últimas terem ganho peso mais rápido. De acordo com Felipe e Zucoloto (1993), vários fatores afetam o tempo necessário para a pupação, inclusive o alimento. Dependendo da qualidade do alimento, esse processo pode ocorrer mais cedo ou mais tarde; a larva deve atingir um peso mínimo para pupar, que talvez seja aquele que permita a produção do adulto funcional, deixando certo número de descendentes. Se a quantidade e a qualidade do alimento, e outros fatores ambientais, estiverem favoráveis, o imaturo poderá exceder este peso mínimo, e alcançar o peso ótimo (SLANSKY; SCRIBER, 1985).

Foi o que provavelmente aconteceu no presente trabalho, onde a dificuldade em ganhar peso pode ter causado estresse nas larvas, e essas na tentativa de preservar a espécie, quando atingiram o peso mínimo necessário, realizaram o processo de pupação rapidamente. E assim, chegando à fase de pupa antes das larvas alimentadas com *Cleome* sp.

Larvas alimentadas com *Cleome* sp., reduziram o período de pupa em quase um dia ($6,60 \pm 0,06$) em relação às alimentadas com couve ($7,35 \pm 0,06$). Isso pode ter ocorrido pelo maior acúmulo de nutrientes decorrentes da alimentação com *Cleome* sp.

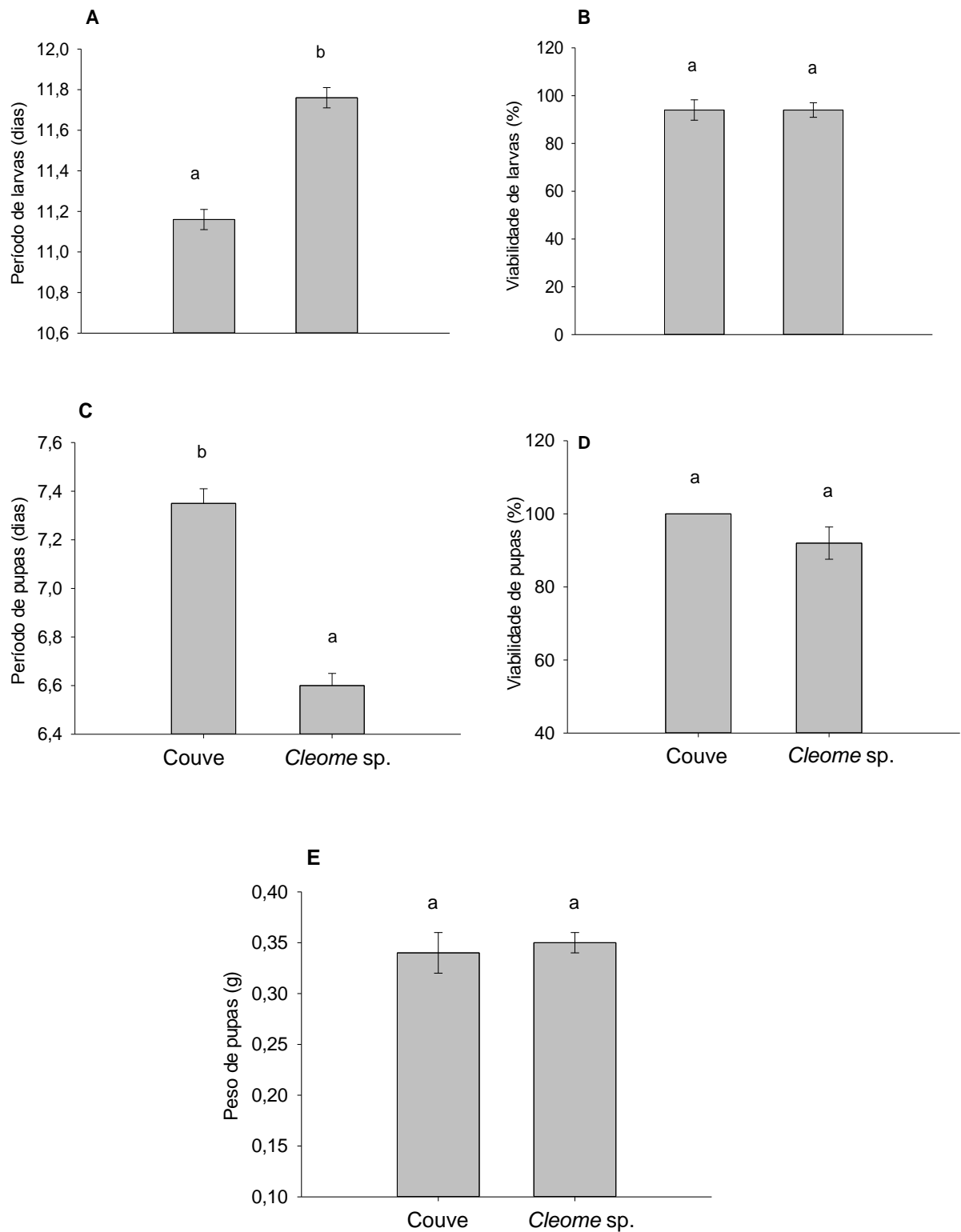


Figura 5 - Duração do período larval, viabilidade de larvas, duração do período pupal, viabilidade de pupas e peso de pupas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve e com *Cleome sp.*, em condições de laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Na Tabela 3 estão os resultados das variáveis, área das asas, simetria das asas e razão sexual. Observou-se diferenças na área das asas ($F= 12,99$; $P< 0,05$) e na simetria das asas ($F= 8,30$; $P< 0,05$). Larvas alimentadas com a planta *Cleome* sp., originaram adultos com asas maiores e com menor ocorrência de deformação (asas assimétricas) quando comparados àqueles originados de larvas alimentadas com couve. Para a razão sexual não houve diferenças ($P\geq 0,05$) entre os dois tratamentos.

Tabela 3 - Área das asas superiores, simetria das asas de adultos (%) e razão sexual de *A. monuste orseis* em função da alimentação das larvas com couve e com *Cleome* sp., em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

	Tratamentos		CV (%)
	<i>Cleome</i> sp.	Couve	
Área das asas superior (cm ²)	27,72± 0,33 a	25,29 ± 0,51 b	5,71
Simetria de asas (%)	98,00 ± 2,00 a	68,20 ± 7,10 b	27,84
Razão sexual	0,56 ± 0,07 a	0,43 ± 0,07 a	6,25

Médias (EP±) seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Apesar de não haver diferenças entre o peso de pupas nos dois grupos, os adultos alimentados com *Cleome* sp., apresentaram asas maiores. Esses resultados diferem dos obtidos por Felipe e Zucoloto (1993) que encontram relação direta entre o peso das pupas e o tamanho dos adultos.

A ocorrência de insetos com asas maiores e com menor defeito nas asas, no grupo de larvas alimentadas com *Cleome* sp., pode ser decorrente do maior conteúdo nutricional nessa planta, a qual apresenta cinco vezes mais proteína e cerca de três vezes mais carboidratos que a couve, além de maior quantidade de minerais como cálcio e ferro (LEUNG et al., 1968; MACHADO et al., 2006; LUENGO et al., 2011). Tais atributos podem ter favorecido o melhor desempenho da população de insetos, pois segundo Mapeli et al. (2015), a qualidade e quantidade do alimento, nos primeiros instares influenciam a variação de peso, a sobrevivência, a composição química do corpo e o tamanho do adulto.

Os resultados deste trabalho, bem como os relatos da literatura, evidenciaram que diferentes espécies de lepidópteras utilizam plantas do gênero *Cleome* como hospedeiras. Isso sinaliza uma provável preferência desses insetos por *Cleome* spp. Dessa forma, a espécie *Cleome* sp., estudada neste trabalho, pode ser avaliada em campo para um possível uso como planta-armadilha para *A. monuste orseis*.

3.4 CONCLUSÕES

As larvas de *Ascia monuste orseis* originárias de ovos ovipositados em *Cleome* sp., preferem alimentar-se dessa espécie, enquanto as originadas de ovos ovipositados na couve têm preferência por essa hortaliça.

De modo geral, as larvas alimentadas com *Cleome* sp., apresentam melhor desenvolvimento, desde a fase do ovo até a forma adulta. As alimentadas com folhas de couve tiveram resultados inferiores quando comparadas com as de *Cleome* sp.

REFERÊNCIAS

- ARCHI, F. F.; ISLAM, S.; BABU, M. A. H. K.; ULLAH, A.; AZAM, S.; CHOWDHURY, A.; RAHMAN, M.; KARIM, M. S.; GOSWAMI, S. Potential evaluation of central nervous system anti-depressant activity of *Cleome rutidosperma* in mice. **Biomedical Research and Therapy**, Ho Chi Minh, v. 3, n. 10, p. 889-901, Oct. 2016.
- APARADH, V. T.; MAHAMUNI, R. J.; KARADGE, B. A. Taxonomy and physiological studies in spider flower (*Cleome* species): A critical review. **Plant Sciences Feed**, Kolhapur, v. 2, n. 3, p. 25- 46, 2012.
- BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Atratividade e preferência alimentar de adultos de *Epicauta atomaria* (Germ., 1821) (Col.: Meloidae) em maracujazeiros (*Passiflora* spp.), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 68-71, abr. 2002.
- BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, maio, 2000.
- EBENEBE, A. A.; ACHARI, S. R.; CHAND, N.; KRISHNA, A. A.; BALEISUVA, S. The cabbage webworm (*Hellula undalis*) on tickweed (*Cleome viscosa*) in Samoa. **The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences**, Melbourne, v. 29, n. 1, p. 1-6, Jan. 2011.
- FELIPE, M. C.; ZUCOLOTO, F. S. Estudos de alguns aspectos da alimentação em *Ascia monuste* Godart (Lepidoptera, Pieridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 333-341, abr./jun. 1993.
- ILTIS, H. H.; HALL, J. C.; COCHRANE, T. S.; SYTSMA, K. J. Studies in the Cleomaceae I. On the separate recognition of Capparaceae, Cleomaceae, and Brassicaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 98, n. 1, p. 28-36, Apr. 2011.
- JOHN, E.; MAKRIS, C.; CHRISTOFIDES, Y. *Cleome iberica* DC.: A new host-plant for *Pontia chloridice* (Hübner, [1813]) (Lepidoptera: Pieridae) in the levant and its influence on the butterfly's phenology in Cyprus. **Entomologist's Gazette**, v. 64, p. 19-26, 2013.
- LEUNG, W.-T. W.; BUSSON, F.; JARDIN, C. 1968. **Food composition table for use in Africa**. FAO, Rome, Italy. 306 p.
- LUENGO, R. de F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. 2 ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 4 p. (Documentos, 26).
- MACHADO, F. M. V. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; PIEDADE, S. M de S. Avaliação da disponibilidade de ferro em ovo, cenoura e couve e em suas misturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 610-618, jul./set. 2006.

MAPELI, N. C.; SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CREMON, C.; SILVA, A. N.; MANDARINO, A. P. Deterrência alimentar em *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) induzida por soluções homeopáticas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 2, p. 184-190, mar./abr. 2015.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **A bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas**. In:_____. (Eds.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, 2009. cap. 26, p. 1107-1139.

PEDIGO, L. P. (Ed.). **Entomology and pest management**, 4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742 p.

RIMI, S. A.; HOSSAIN, S.; ISLAM, S.; ISLAM, Z.; CHHABI, S. B.; ISLAM, N. Bioactive Potentials of *Cleome viscosa* L. Extracts: dose-mortality, insect repellency and brine shrimp lethality. **Journal of Scientific Research**, Rajshahi, v. 9, n. 4, p. 375-382, 2017.

SANTANA, A. F.; ZUCOLOTO, F. S. Influence of previous experience on the preference, food utilization and performance of *Ascia monuste orseis* Wild larvae (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) for three different hosts. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 6, p. 631-638, nov./dez. 2011.

SIVAPRAGASAM, A. Ecological and foraging aspects of the cabbage webworm, *Hellula undalis* Fabricius. In: SRINIVASAN, R.; ZALUCHI, M. P.; SHELTON, A. M.; KUMAR, A. R. V.; CHANDRASHEKARA, K. (eds.), 2017. Proceedings of the Seventh International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests, 23-27 March 2015, Mysore **Journal of Agricultural Sciences**, 51 (A), p. 1-218.

SIVINSKI, J. The attraction of Lepidoptera to flowering plants also attractive to parasitoids (Diptera, Hymenoptera). **Florida Entomologist**, Washington, v. 97, n. 4, p.1317-1327, Dec. 2014.

SLANSKY JUNIOR, F.; SCRIBER, J. M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Eds.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Pergamon: [s.n.], 1985. v. 4, p. 165-211.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabelas Resumo da análise de variância e desdobramentos da interação do bioensaio de preferência com larvas de *Ascia monuste orseis* alimentadas com couve e com *Cleome* sp.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância do consumo das larvas de *A. monuste orseis* de três dias provenientes da couve e de *Cleome* sp.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr > Fc
Alimento (A)	1	0,066	0,066	0,323 ^{ns}	0,575
Origem das larvas (OL)	1	0,050	0,244	0,050 ^{ns}	0,626
A X OL	1	2,544	2,543	12,407*	0,002
Erro	23	4,716	0,205	-	-
Total	35	13,373	-	-	-
CV (%)	11,79	-	-	-	-

Significância a 5% de acordo com o teste t, significativo (*) e não significativo (^{ns}).

Tabela 5 - Resumo da análise do desdobramento do alimento dentro de cada nível de origem das larvas.

Alimento	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<i>Cleome</i> sp.	1	0,895	0,895	4,363*	0,0480
Couve	1	1,716	1,716	8,367*	0,0082
Erro	23	4,716	0,205	-	-

(*) significativo a 5% de acordo com o teste t.

Tabela 6 - Resumo da análise do desdobramento de origem das larvas dentro de cada nível do alimento.

Origem das larvas	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<i>Cleome</i> sp.	1	0,940	0,940	4,585*	0,0431
Couve	1	1,654	1,654	8,066*	0,0093
Erro	23	4,716	0,205	-	-

(*) significativo a 5% de acordo com o teste t.

CAPÍTULO II

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE *Ocimum campechianum* SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE *Ascia monuste orseis* (Godart)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a bioatividade do extrato bruto e de sua fração diclorometano (DCM) sobre o desenvolvimento de *A. monuste orseis*, utilizando-se larvas de três e oito dias. Para as larvas de três dias, avaliou-se a toxicidade, a preferência alimentar (teste com e sem chance de escolha) e o desenvolvimento das larvas até a fase adulta. Nos testes de desenvolvimento e preferência alimentar, utilizou-se as concentrações subletais definidas a partir do teste de toxicidade, 10 e 2,5 mg.mL⁻¹, para o “extrato bruto” (A1) e sua “fração DCM” (A1 - FO), respectivamente. O bioensaio de desenvolvimento consistiu em alimentar as larvas, com couve impregnada com soluções dos tratamentos (extrato bruto, fração DCM e solução Tween 80 a 1% (v/v) em água), avaliando-se os efeitos até a fase adulta. Utilizou-se oito repetições com cinco larvas. Nos bioensaios de preferência alimentar (com e sem chance de escolha), as unidades experimentais foram compostas por placas de Petri, as quais continham cinco larvas e dois discos de couve, com e sem os extratos (com chance). Para o teste sem chance de escolha, colocou-se um disco (com ou sem os extratos). O consumo foi avaliado no período de 24 h, em 10 repetições em todos os testes. A toxicidade foi avaliada em concentrações crescentes dos extratos, os quais foram aplicados aos discos por meio de imersão. Estes foram acondicionados em placas de Petri junto com cinco larvas. A mortalidade larval foi avaliada após 24 h de exposição. Nas lagartas de oito dias, avaliou-se os efeitos da alimentação dessas com os extratos, nas concentrações de 0,0; 12,5; 25,0 e 50,0 mg.mL⁻¹, sobre o desenvolvimento do inseto. Os bioensaios foram conduzidos no ambiente laboratorial, em condições constantes de temperatura (25±2 °C), UR (70±5%) e fotoperíodo (12 h). Observou-se que o extrato bruto e a fração DCM de *O. campechianum* foram tóxicos e reduziram a alimentação das larvas de três dias, apresentando CL₅₀ de 52,95 e 20,90 mg.mL⁻¹, respectivamente. Entretanto, não afetaram o desenvolvimento do inseto. A alimentação das larvas de oito dias, com a couve impregnada com o extrato bruto e sua fração DCM, resultou em diminuição da alimentação larvas, aumento da mortalidade larval, alongamento do período pupal e aumento da deformação em adultos. Portanto, o extrato bruto e sua fração DCM de *O. campechianum* apresentam potencial para uso no controle alternativo de *A. monuste orseis* na fase larval.

Palavras-chave: Curuquerê-da-couve. Alfavaca-de-galinha. Bioinseticida.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the bioactivity of *campechianum* crude extract and its dichloromethane fraction (DCM) on the development of *A. monuste orseis*, using three- and eight-day larvae. For three-day larvae, toxicity, food preference (test with and without chance of choice) and development of larvae until adulthood were evaluated. In development and food preference tests, sublethal concentrations defined from the toxicity test, 10 and 2.5 mg.mL⁻¹, were used for the "crude extract" (A1) and its "DCM fraction" (A1 - FO), respectively. The development bioassay consisted of feeding larvae with cabbage impregnated with treatment solutions (crude extract, DCM fraction and 1% (v / v) Tween 80 solution in water), evaluating the effects until the adult stage. Eight replicates with five larvae were used. In food preference bioassays (with and without chance of choice), experimental units were composed of Petri dishes, which contained five larvae and two cabbage disks, with and without extracts (with chance). For test without chance of choice, a disk was used (with or without extracts). Consumption was assessed in the 24-h period, with 10 replicates in all tests. Toxicity was evaluated at increasing extract concentrations, which were applied to disks by immersion. These were placed in Petri dishes along with five larvae. Larval mortality was assessed after 24 h of exposure. In eight-day caterpillars, the effect of feeding with extracts at concentrations of 0.0; 12.5; 25.0 and 50.0 mg.mL⁻¹ on the insect development was evaluated. Bioassays were conducted in the laboratory environment under constant temperature (25 ± 2 °C), RH (70 ± 5%) and photoperiod conditions (12 h). It was observed that the *O. campechianum* crude extract and DCM fraction were toxic and reduced the feeding of three-day larvae, presenting LC₅₀ of 52.95 and 20.90 mg.mL⁻¹, respectively. However, they did not affect insect development. The feeding of eight-day larvae with cabbage impregnated with crude extract and DCM fraction resulted in decreased larval feeding, increased larval mortality, pupal period lengthening and increased adult deformation. Therefore, *O. campechianum* crude extract and its DCM fraction presented potential for use as alternative control of *A. monuste orseis* in the larval phase.

Keywords: Curuquerê-da-couve. Alfavaca-de-galinha. Bioinseticide.

4.1 INTRODUÇÃO

Ascia monuste orseis Godart (Lepidoptera: Pieridae), conhecida no Brasil como curuquerê-da-couve, é uma importante praga desfolhadora de Brassicaceae. Seu ataque às hortaliças dessa família, quase sempre, resulta em prejuízos econômicos, devido à grande voracidade de suas larvas (CARDOSO et al., 2010). Dependendo do nível de infestação, as lagartas são capazes de destruir um plantio inteiro, resultando em até 100% de prejuízo ao produtor (PEREIRA et al., 2003; MAPELI et al., 2015).

Visando evitar perdas decorrentes do ataque dessa praga, a medida de controle mais utilizada é a aplicação de inseticidas sintéticos (KUHAR et al., 2003), esses produtos geram grandes prejuízos, ambiental, para a saúde humana e financeiro (CORDERO et al., 2006; ZHAO et al., 2016).

Faz-se necessária a adoção de medidas alternativas de controle de pragas que sejam menos prejudiciais, seja para redução ou eliminação do uso dos inseticidas sintéticos das lavouras de hortaliças. Os inseticidas botânicos são alternativas promissoras para essa finalidade, pois os metabólitos secundários, produzidos por diferentes grupos de plantas, atuam sobre os insetos de diferentes formas, entre elas, toxicidade, repelência, inibição da alimentação, crescimento, desenvolvimento e reprodução (SILVA et al., 2012).

Entre as vantagens dos inseticidas botânicos têm-se, rápida degradação no ambiente, toxicidade baixa a moderada para mamíferos, maior seletividade e baixa fitotoxicidade (CORRÊA; SALGADO, 2011), maior dificuldade dos insetos em desenvolver resistência, pois esses inseticidas são formados por complexos conjuntos de substâncias (SILVA et al., 2011), entre outras.

Ocimum campechianum Mill. (Lamiaceae) conhecida como alfavaca-de-galinha é uma planta muito comum na região norte do Brasil. Suas folhas são utilizadas como condimento (BENITEZ et al., 2009) e diversas atividades biológicas, entre elas, inseticida (CABALLERO-GALLARDO et al., 2014), fungicida (JARAMILLO et al., 2014) e bactericida (CAROVIC-STANKO et al., 2010)) são atribuídas ao uso de extratos e óleo essencial da espécie.

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a bioatividade do extrato bruto hidroalcoólico de *O.campechianum* e de sua fração diclorometano (DCM) sobre a toxicidade, preferência alimentar e o desenvolvimento de *A. monuste orseis* utilizando larvas de três e oito dias.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 MATERIAL BOTÂNICO

Folhas de *Ocimum campechianum* Mill. (Figura 1A) foram coletas no quintal de uma residência localizada na zona urbana do município de Boca do Acre, Amazonas, seguindo as coordenadas geográficas 8°44'11"S; 67°23'24"O. Foi elaborada uma exsicata a qual foi encaminhada ao Herbário UFACPZ da UFAC, recebendo o tombo nº 20643 (Figura 1B). As folhas foram separadas das demais estruturas vegetais e postas para secar em temperatura ambiente, até obtenção de peso constante. Em seguida foram trituradas em moinho de facas obtendo-se o pó (Figura 1C).

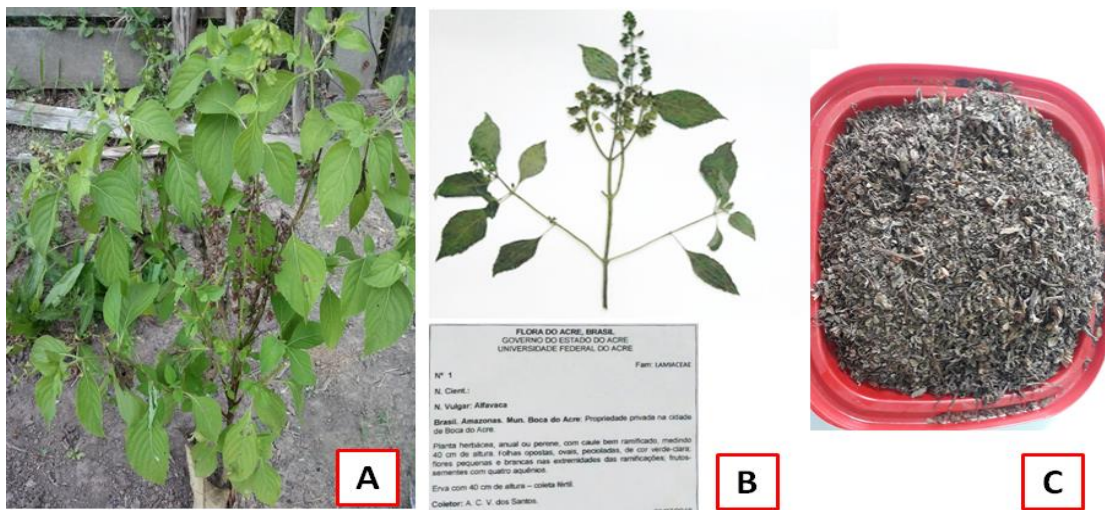


Figura 1 - Planta de *O. campechianum* (A), exsicata (B) e pó da planta seca (C).

4.2.2 PARTE QUÍMICA

4.2.2.1 Obtenção do Extrato Bruto “A1”

O material fragmentado (320 g) foi colocado em um frasco Erlenmeyer de 2.000 mL, adicionando-se 1,5 litros de solução etanol/água (7:3). Foi submetido ao processo de extração utilizando-se aparelho de ultrassom, repetindo-se o processo por quatro vezes, cada extração com duração de 120 minutos. O extrativo obtido foi filtrado e o solvente recuperado em rotaevaporador com potência de 60 rpm. O extrato foi posto

sob ventilação até obtenção do peso constante (FERNANDES et al., 2009). Demonstra-se o processo através da Figura 2.

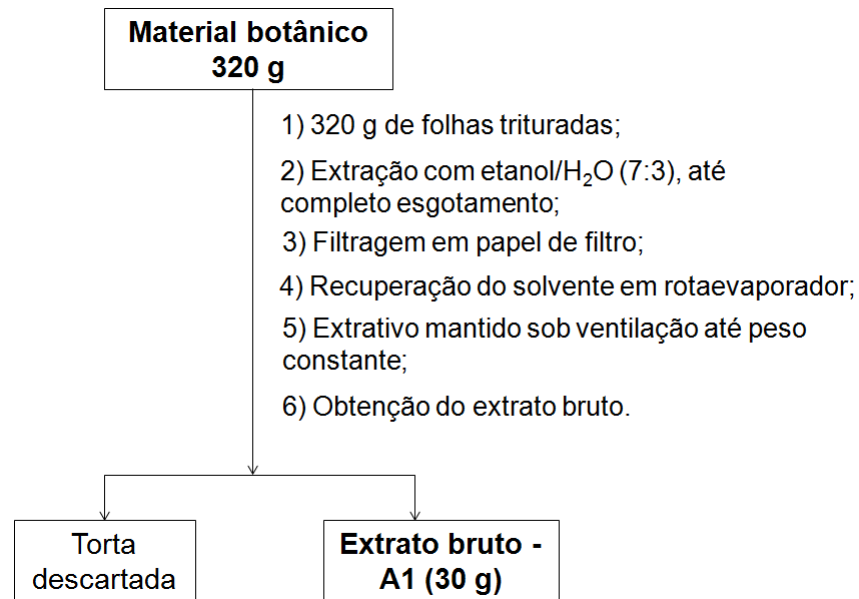


Figura 2 - Esquema de obtenção do extrato bruto de *O. campechianum*.

4.2.2.2 Desenho geral dos fracionamentos do extrato bruto “A1”

O Extrato bruto “A1” foi submetido aos processos de fracionamento, primeiro, com o sistema cromatográfico (coluna filtrante), outra alíquota foi submetida ao processo extrativo líquido-líquido (partição). Demonstra-se de forma sucinta através da Figura 3.

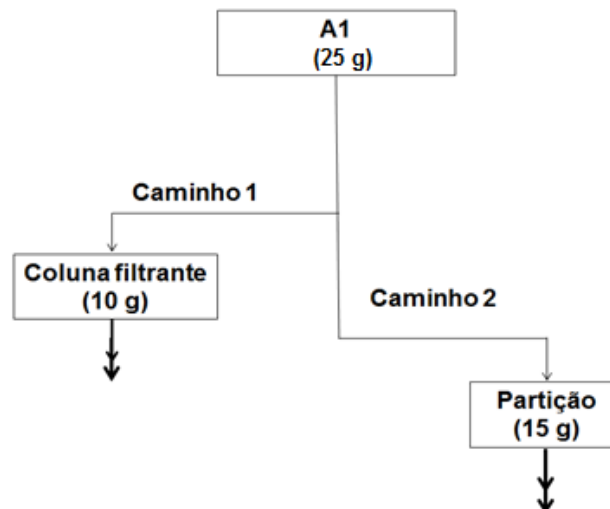


Figura 3 - Esquema de fracionamento do extrato bruto A1.

4.2.2.1.1 Cromatografia do extrato bruto “A1” (Coluna filtrante) – Caminho 1

4.2.2.1.1.1 Preparação da coluna filtrante (sílica-gel)

Em uma ampola de separação (500 mL) de vidro com uma mecha de algodão no fundo, foram colocados 300 g de sílica gel 60 (0,04-0,063 mm) 230~400 mesh, empacotou-se utilizando hexano (200 mL), calculando-se o volume morto.

Em seguida, com o auxílio de um bastão de vidro com uma borracha na ponta foi tocado as extremidades externas da ampola de separação, para eliminar as bolhas de ar, o solvente (hexano) foi mantido aproximadamente 3 cm acima da fase estacionária (FERNANDES et al., 2009).

Utilizando-se a coluna filtrante preparada no item anterior, foi adicionada uma alíquota do extrato bruto “A1” (10 g) na parte superior da fase estacionária de forma homogênea. Como proteção fixou-se uma mecha de algodão sobre o extrato macerado em sílica, dando-se início ao fracionamento. Utilizou-se o solvente acetato de etila (ACOET) (900 mL) para a eluição, o qual foi recuperado em rotaevaporador, obtendo-se os extrativos. Em seguida, foi cromatografada com etanol/água (7:3), 900 mL. Demonstra-se o fracionamento através da Figura 4.

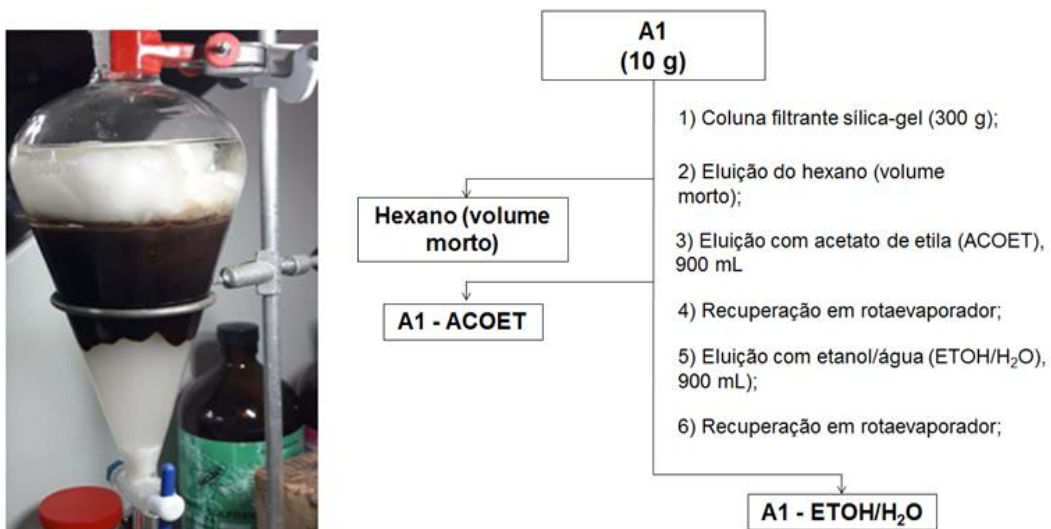


Figura 4 - Sistema de coluna filtrante e esquema de fracionamento do extrato bruto A1.

4.2.2.3 Fracionamento do sub-Extrato A1-ACOET

Cromatografia em coluna cromatográfica de sílica gel: Preparou-se uma coluna de vidro (80 cm), foi empacotada com sílica gel 60 e hexano. Colocou-se no topo da coluna, gel do sub-extrato “A1-ACOET” em sílica gel. Realizou-se a eluição com solução de hexano:diclorometano (1:1). O processo é demonstrado através da Figura 5.

Obteve-se 12 frações na cromatografia que foram avaliadas preliminarmente quanto à atividade biológica sobre lagartas curuquerê-da-couve de três dias. Observou-se que somente as frações 1, 2 e 3 apresentaram atividade larvívica. Estas foram então fracionadas numa nova coluna.

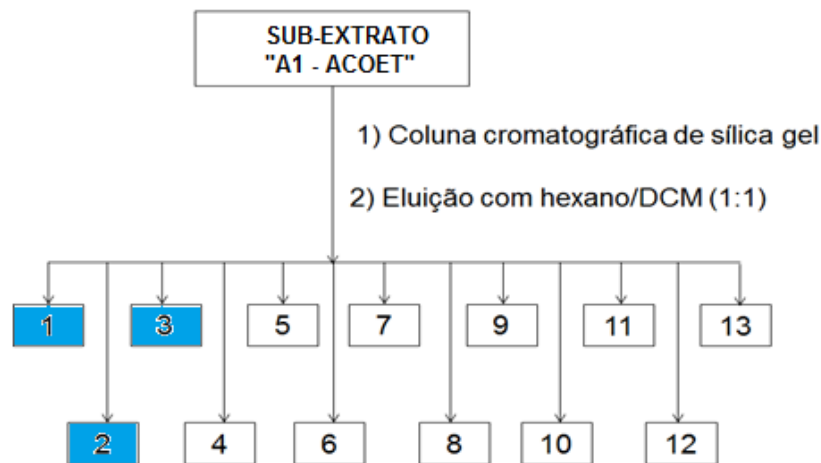


Figura 5 - Processo de cromatografia em sílica gel da fração “A1-ACOET”.

4.2.2.4 Sub-Fracionamento das frações 1 a 3 oriundas do sub-Extrato A1-ACOET

As frações coletadas de 1 a 3, foram agrupadas e submetidas a novo processo cromatográfico em coluna de sílica gel, eluídas com hexano:diclorometano (2:1). O processo é demonstrado através da Figura 6.

No fracionamento obteve-se 10 frações, que foram avaliadas, de forma preliminar, sobre lagartas curuquerê-da-couve de três dias. Verificou-se atividade larvívica somente nas frações 2 e 4.

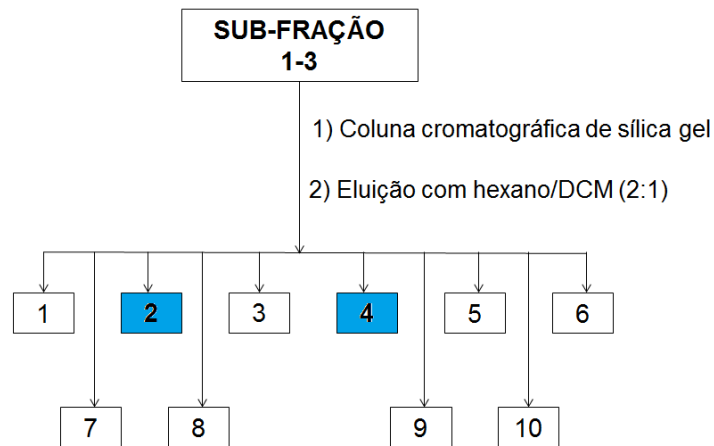


Figura 6 - Processo de cromatografia em sílica gel das frações 1 a 3.

4.2.2.5 Obtenção do Extrato Diclorometano - DCM (Partição) - Caminho 2

A obtenção do extrato diclorometano foi realizada por sistema de partição (solvente/solvente), na qual se utilizou uma alíquota (15,0 g) do extrato bruto (A1) que foi solubilizado em 500 mL de solução etanol:água (7:3). A extração líquido-líquido foi particionada por três vezes consecutivas com diclorometano (100 mL), totalizando-se 300 mL, foi transferida para um funil de separação (Figura 7), agitando-se suavemente, após repouso, separou-se os imiscíveis [fase orgânica (A1-FO) da fase aquosa (A1-FA)]. A recuperação dos solventes foi realizada em rotaevaporador e em seguida o extrato da fase orgânica (A1-FO) foi colocado sob ventilação até peso constante (ANDRADE et al., 2005). Ilustra-se o fracionamento através da Figura 8.



Figura 7 - Sistema de partição (líquido / líquido).

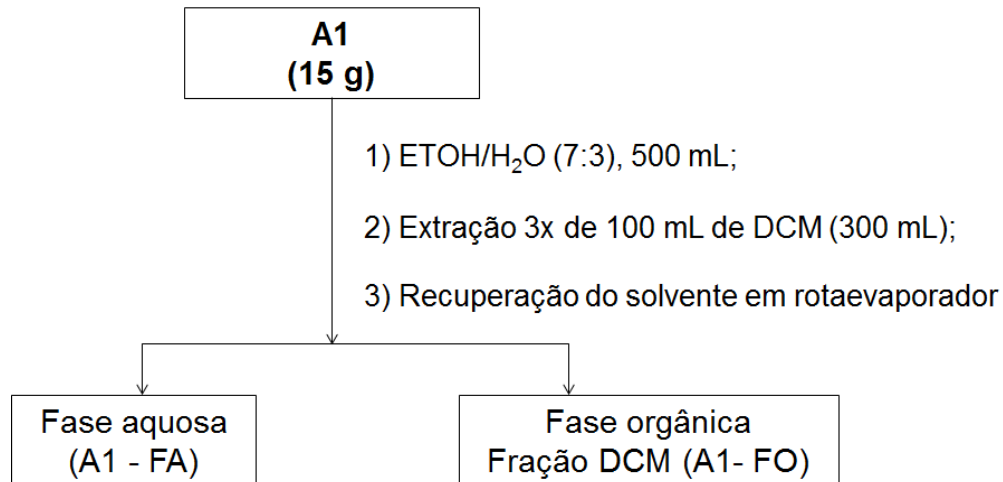


Figura 8 - Esquema de obtenção do extrato diclorometano.

4.3 ENSAIOS BIOLÓGICOS

Os bioensaios foram conduzidos sob condições constantes de temperaturas (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70\pm 5\%$) e fotoperíodo (12 horas), no laboratório de Manejo Integrado de Pragas (MIP) da UFAC, Campus Rio Branco, utilizando como organismo-teste larvas de *A. monuste orseis* de três e oito dias.

4.3.1 Obtenção dos insetos

Ovos de *A. monuste orseis* foram coletados no plantio de couve instalado na horta da UFAC (Figura 2, Pag. 46), sem uso de controle químico para pragas e doenças. As posturas coletadas foram transportadas ao laboratório, depositadas em recipientes plásticos contendo algodão umedecido com água destilada, para evitar a desidratação dos ovos. Os recipientes foram mantidos nas mesmas condições em que foram realizados os bioensaios. Após a eclosão, as larvas foram alimentadas com folhas de couve in natura isentas de extrativos químicos, quando foram utilizadas nos bioensaios, sendo um grupo do terceiro dia e outro com oito dias.

4.3.2 larvas de três dias

4.3.2.1 Teste toxicidade

Para determinar a toxicidade do extrato bruto e da fração diclorometano (DCM) de *O. campechianum* foram realizados bioensaios de concentração-mortalidade. Inicialmente, foram realizados testes preliminares para estimar as maiores concentrações, que não ocorresse morte das larvas (extremo inferior), e as menores concentrações, em que ocorresse a maior mortalidade (extremo superior). Com base nos dados obtidos, foram estabelecidas para os bioensaios definitivos, concentrações (15, 25, 50, 75, 100 mg.mL⁻¹) e (5, 15, 25, 50, 75mg.mL⁻¹) para o extrato bruto e sua fração DCM, respectivamente. Para preparar os extratos nas diferentes concentrações utilizando-se solução Tween 80 a 1% (v/v) em água.

As unidades experimentais foram constituídas por placas de Petri de 9 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, contendo um disco de couve (18,4 cm²) impregnado nas soluções do extrato bruto e da fração DCM. No tratamento controle, as larvas foram acondicionadas em placas de Petri contendo um disco de couve impregnado apenas em solução Tween 80 a 1% (v/v) em água. Em cada placa foram acondicionadas cinco larvas, as quais foram posteriormente fechadas e mantidas sob condições constantes de temperatura (25±2 °C), umidade relativa (70±5%) e fotoperíodo de 12 horas. A mortalidade das larvas foi avaliada após 24 horas do início dos bioensaios.

4.3.2.2 Teste de preferência

O efeito do extrato bruto e da fração DCM de *O. campechianum* sobre a preferência alimentar das larvas de *A. monuste orseis* de três dias foi avaliado em teste com e sem chance de escolha. Na avaliação com chance, utilizou-se metodologia adaptada de Baldin e Lara (2002). Cada unidade experimental constituiu-se de uma placa de Petri de 12 cm de diâmetro, na qual foram depositados dois discos de couve. Um disco foi impregnado em solução do extrato bruto e da fração DCM. O outro foi impregnado em solução Tween 80 a 1% (v/v) em água (testemunha). Foram utilizadas as concentrações subletais de 10 e 2,5 mg.mL⁻¹, definidas a partir do teste toxicidade, para o extrato bruto e a fração DCM, respectivamente.

No teste sem chance de escolha utilizou-se metodologia adaptada de Boiça Junior et al. (2011). Cada unidade experimental constituiu-se de uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro contendo apenas um disco de couve, impregnado nas soluções do extrato bruto ou da fração DCM, ou na solução Tween 80 a 1% (v/v) em água (testemunha).

Em cada placa foram acondicionadas cinco larvas, posteriormente, as placas foram fechadas e mantidas sob condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70 \pm 5\%$) e fotoperíodo de 12 horas. O consumo dos discos de couve pelas larvas foi avaliado com 24 horas do início dos bioensaios, utilizando um medidor de área foliar portátil modelo AM350 (ADC Bio Scientific Ltd., Hoddesdon, UK).

O índice de preferência alimentar foi calculado conforme Kogan e Goeden (1970), com base na seguinte equação: $IP = 2A/(M+A)$, em que IP = índice de preferência; A = área consumida nos discos tratados e M = área consumida nos discos não tratados. Sendo classificado como: fagoestimulante se $IP > 1$, neutro se $IP = 1$, e fagodeterrente se $IP < 1$.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (extrato bruto, fração DCM e testemunha) e dez repetições de cinco larvas, para os dois testes.

4.3.2.3 Teste de desenvolvimento

Os tratamentos foram representados pelo extrato bruto e a fração DCM, nas concentrações subletais de 10 e 2,5 mg.mL⁻¹, respectivamente e pela solução Tween 80 a 1% (v/v) em água (testemunha). O bioensaio consistiu da alimentação diária de larvas de *A. monuste orseis* (três dias) com discos de couve (18,4 cm²), impregnados com as diferentes concentrações do tratamento bruto e de sua fração DCM.

Os discos de couve foram imersos nas soluções dos tratamentos por cinco segundos, expostos ao ar para retirar o excesso de umidade e em seguida oferecido às larvas, que foram mantidas em potes plásticos de 200 mL, individualmente, até a fase adulta.

A dieta foi trocada diariamente e a quantidade de discos oferecidos aumentou de acordo com a capacidade de ingestão das mesmas, de forma que não faltasse

alimento. As larvas foram pesadas em balança analítica Shimadzu modelo AY220, com precisão de quatro casas decimais, em dias alternados, quando também foram contabilizadas as larvas vivas e as mortas.

O delineamento experimental foi em DIC com três tratamentos e oito repetições de cinco larvas. Os experimentos foram conduzidos em condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70\pm 5\%$) e fotoperíodo (12 h).

Os parâmetros biológicos avaliados foram: peso e viabilidade de larvas, duração do período larval, peso e viabilidade de pupas, duração do período pupal. Nos adultos foi avaliada a ocorrência de defeitos, por meio da verificação da simetria das asas, a qual foi realizada com o auxílio de um medidor de área foliar portátil.

4.3.2.4 Análise estatística

No teste de toxicidade, os dados de concentração-mortalidade foram submetidos à análise probit (PROC PROBIT; SAS INSTITUTE 2011). Os intervalos de confiança para as razões de toxicidade (RTs) foram calculados segundo Robertson e Preisler (1992) e os valores das concentrações letais (CLs) foram considerados significativamente diferentes quando os intervalos de confiança das RTs de 95% não englobaram o valor 1.

No teste de preferência, os dados de consumo das larvas; e no teste de desenvolvimento os dados referentes ao peso das larvas, duração do período larval, peso de pupas, viabilidade de pupas e simetria de asas, foram verificadas quanto à presença de dados discrepantes pelo teste de Grubbs e a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, posteriormente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3.3 Larvas de oito dias

O extrato bruto e sua fração DCM de *O. campechianum* foram avaliados em larvas de *A. monuste orseis* de oito dias. As larvas foram mantidas em potes plásticos de um litro, em grupos de 30, recebendo couve isenta de tratamento químico como alimento, até o sétimo dia após a eclosão, quando foram utilizadas nos bioensaios.

Cinco larvas foram acondicionadas em potes plásticos de 250 mL contendo três discos de couve com área de 18,4 cm² cada, previamente imersos por cinco segundos nas soluções do extrato bruto e da fração DCM. As larvas permaneceram juntas aos discos por 24 h, após esse período foram contabilizadas as vivas e as mortas, dos discos remanescentes, calculou-se a área consumida e em seguida estes foram descartados. As larvas mortas foram descartadas e as sobreviventes foram individualizadas e alimentadas com couve sem tratamento até o fim da fase larval.

O extrato bruto e a fração DCM foram avaliados em quatro concentrações diferentes, sendo 0,0; 12,5; 25,0 e 50,0 mg.mL⁻¹. Para cada concentração utilizou-se seis repetições com cinco larvas, totalizando 30 unidades experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi DIC com seis repetições, em esquema fatorial 2 x 4 (Extratos x Concentrações). As variáveis avaliadas foram: consumo das larvas (cm²), morte larval em 24 h, morte total de larvas, morte de pupas, duração do período de pupa e malformação morfológica em adultos.

4.3.3.1 Análise estatística

Foram verificados os pressupostos da ANOVA e quando necessário procedeu-se a transformação dos dados, em seguida foram submetidos à análise de regressão. Quando da não significância da interação, as médias dos extratos foram comparadas pelo teste de t a 5%.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 LARVAS DE TRÊS DIAS

4.4.1.1 Teste de toxicidade

A fração DCM apresentou maior toxicidade quando comparado ao extrato bruto de *O. campechianum*, para larvas de *A. monuste orseis* de três dias. A concentração letal para 50% dos insetos (CL_{50}) para o DCM foi de 20,90 $mg.mL^{-1}$ enquanto no extrato bruto verificou-se 52,95 $mg.mL^{-1}$ com razão de toxicidade (RT_{50}) de 2,53. Isso significa que, para ocasionar a morte de 50% das larvas é necessário utilizar uma quantia 2,53 vezes maior do extrato bruto quando comparada à fração DCM (de baixa polaridade). A CL_{90} foi de 53,14 e 133 $mg.mL^{-1}$ para fração DCM e extrato bruto, respectivamente com RT_{90} de 2,50 (Tabela 1).

Esses resultados confirmam a maior concentração de metabólitos secundários com ação larvicida na fração DCM oriunda de uma alíquota do extrato bruto (extraída por partição), o que significa dizer que, a outra alíquota do extrato bruto pura, apresenta em sua constituição uma quantia razoável de metabólitos secundários de baixa polaridade, justificando assim que os metabólitos secundários presentes no extrato bruto são misturas desses, estando em maior concentração os de alta polaridade, portanto as substâncias responsáveis pela bioatividade são as de baixa polaridade.

Lucena et al. (2017) também encontraram CL_{50} do extrato hexânico de folhas de *Piper aduncum* para *Spodoptera frugiperda* menor que dos extratos acetato de etila e etanólico. Esses resultados estão de acordo com os obtidos no presente trabalho, onde a maior concentração de metabólitos bioativos foi encontrada no extrato de menor polaridade. Contudo, isso não é uma regra, pois de acordo com Coelho et al. (2006) a polaridade dos metabólitos secundários variam entre plantas da mesma espécie, assim como entre as diferentes partes da mesma planta.

Tabela 1 - Toxicidade relativa do extrato bruto e da fração DCM de folhas de *O. campechianum* sobre larvas de três dias de *A. monuste orseis*, em 24 horas de exposição, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).

Tratamento	Nº de insetos	Inclinação (±EPM)	CL ₅₀ (IF 95%) mg.mL ⁻¹	RT ₅₀ (IC 50%)	CL ₉₀ (IF 95%) mg.mL ⁻¹	RT ₉₀ (IC 90%)	χ ²	P
Extrato bruto	150	3,20±0,47	52,95 (44,58 - 63,58)	-	133,00 (101,94-207,07)	-	13,10	0,44
Fração DCM	150	3,08±0,41	20,90 (17,56-24,95)	2,53	53,14 (41,84 - 75,34)	2,50	12,83	0,46

EPM.=Erro padrão da média; CL=Dose letal; IF 95%=Intervalo fiducial a 95% de probabilidade; RT=razão de toxicidade para as CL₅₀ e CL₉₀; IC 95%=Intervalo de confiança a 95% de probabilidade; χ²=Qui-quadrado; P=Probabilidade.

4.4.1.2 Teste de preferência

Verificou-se diferenças significativas entre o índice de preferência alimentar (IP) das larvas de *A. monuste orseis*, nos teste com ($F= 5,62$; $P< 0,05$) e sem ($F= 18,28$; $P< 0,05$) chance de escolha. No teste com chance, as larvas consumiram mais os discos tratados com fração DCM ($0,39 \pm 0,12$ b) cm^2 , do que os discos tratados com extrato bruto ($0,03 \pm 0,03$ a) cm^2 . Já no teste sem chance de escolha, as larvas alimentaram-se mais dos discos tratados com extrato bruto ($0,71 \pm 0,11$) cm^2 em comparação aos tratados com a fração DCM ($0,29 \pm 0,06$) cm^2 (Figura 9). Contudo, em ambos os testes, o índice de preferência (IP) foi menor que um. Segundo Kogan e Goeden (1970) $IP < 1$ evidencia ação fagodeterrente. Portanto os compostos presentes nas folhas de *O. campechianum* são deterrente alimentar para larvas de *A. monuste orseis* de três dias.

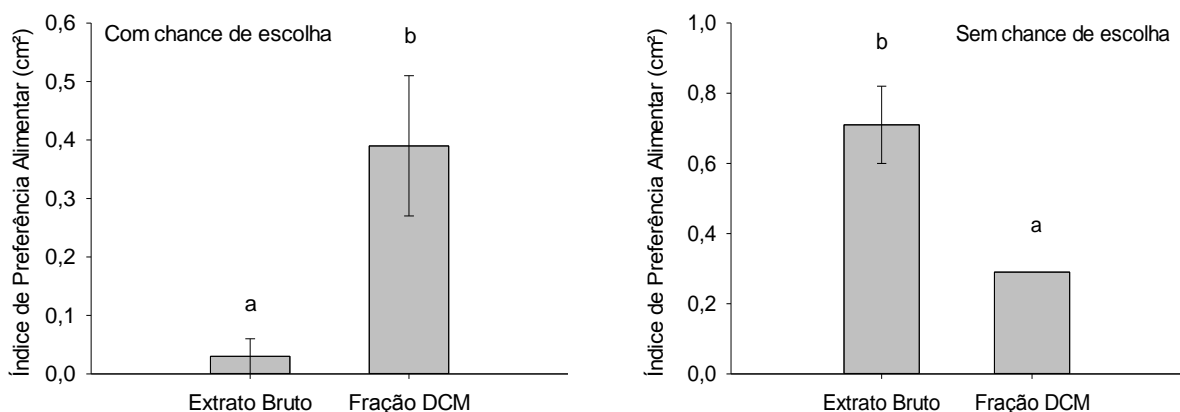


Figura 9 - Índice de preferência alimentar de larvas de *A. monuste orseis* de três dias, em relação a discos de couve tratados com extrato bruto e com a fração DCM de *O. campechianum*, em teste com e sem chance de escolha, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Singh et al. (2014) em avaliações de escolha alimentar, observaram que larvas de *Helicoverpa armigera* consumiram expressivamente menos tecido foliar de *Ocimum kilimandscharicum* do que de folhas de tomateiro. As classes de compostos identificadas nas folhas da planta foram monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. Mota et al. (2017) encontraram como principais compostos químicos no óleo essencial de *O. campechianum* os fenilpropanóides eugenol (41,05%) e elemicina (16,09%) e o sesquiterpeno β -cariofileno (14,10%). Sousa (2004) identificou nos extratos metanólico e benzênico de folhas frescas de *O. campechianum* a presença de eugenol, monoterpenos,

sesquiterpenos, triterpenoides, polifenóis (fenilpropanoglicosídeos e flavonoides) e açúcares redutores.

Provavelmente, a ação fagodeterrente do extrato bruto e da fração DCM de *O. campechianum* sobre larvas de *A. monuste orseis* observada neste trabalho é em decorrência a presença de fenilpropanoides, pois Huang et al. (2002) observaram que os fenilpropanoides, em testes sem escolha utilizando farinha, reduziu significativamente o consumo alimentar de adultos de *Sitophilus zeamais*.

4.4.1.3 Teste de desenvolvimento

Os resultados das variáveis ganhos de peso, viabilidade e período das larvas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve, tratada com o extrato bruto e com a fração DCM, estão apresentados na Tabela 2. Verificaram-se diferenças significativas somente para o ganho de peso das larvas ($F= 8,89$; $P< 0,05$), sendo o extrato bruto o que proporcionou maior ganho de peso. As larvas alimentadas com couve tratada com a fração DCM não diferiram da testemunha ($P\geq 0,05$) quanto ao ganho de peso.

Tabela 2 - Peso médio de larvas, duração do período larval e viabilidade de larvas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve tratada com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Tratamento	Ganho de peso de larvas (g)	Período de larvas (dias)	Viabilidade de larvas (%)
Extrato Bruto	0,330 \pm 0,01 a	13,29 \pm 0,17 a	87,500 \pm 5,26 a
Fração DCM	0,292 \pm 0,01 b	13,25 \pm 0,16 a	74,286 \pm 5,34 a
Testemunha	0,288 \pm 0,01 b	13,07 \pm 0,08 a	87,500 \pm 3,66 a
CV (%)	7,20	3,32	15,87

Médias (EP \pm) seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diferença nos resultados do extrato bruto e da fração DCM referente ao ganho de peso das larvas pode ser devido às concentrações utilizadas, pois em ambos os extratos foram utilizadas concentrações subletais. Dessa forma, é possível que os compostos fagodeterrentes estivessem em quantidades insuficientes para impedir a alimentação das larvas.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de período, peso e viabilidade de pupas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve, tratada com o extrato bruto e a

fração DCM de folhas de *O. campechianum*. Houve diferenças significativas apenas para período de pupa ($F= 8,35$; $P< 0,05$) e peso de pupas ($F= 12,15$; $P< 0,05$).

Tabela 3 - Período, peso e viabilidade de pupas de *A. monuste orseis* alimentadas com couve tratada com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Tratamento	Período de pupa (dias)	Peso de Pupas (g)	Viabilidade de pupas (%)
Extrato Bruto	6,86 ± 2,43 a	0,312 ± 0,11 a	92,50 ± 4,79 a
Fração DCM	7,28 ± 2,65 b	0,300 ± 0,12 b	96,87 ± 3,12 a
Testemunha	7,00 ± 2,47 b	0,247 ± 0,07 b	85,00 ± 5,00 a
CV (%)	2,94	9,76	12,80

Médias (EP \pm) seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Larvas alimentadas com couve, tratada com extrato bruto, tiveram uma redução significativa no período de pupa, chegando há 6,86 dias, contra 7,00 dias da testemunha e 7,28 dias da fração DCM; além de originarem pupas mais pesadas. Portanto, o extrato bruto atuou favoravelmente sobre o desenvolvimento de *A. monuste orseis*, o que não é ideal agronomicamente. Tais resultados indicam que o extrato bruto, provavelmente, atuou como atrativo para as larvas, favorecendo o ganho de peso, e conseqüentemente, originando insetos maiores.

De acordo com Pratisoli et al. (2008) os substratos alimentares que proporcionam menor duração do ciclo dos insetos são considerados os melhores para o desenvolvimento biológico dos indivíduos, pois os alimentos mais adequados, normalmente, propiciam menor duração das fases de desenvolvimento e maior sobrevivência.

4.4.2 LARVAS DE OITO DIAS

Verificou-se interação significativa ($P\geq 0,05$) entre os extratos e as concentrações utilizadas para as variáveis, exceto, para a morte de larvas em 24 horas e morte de pupas (Tabela 4).

O consumo dos discos de couve pelas larvas foi reduzido à medida que se aumentou a concentração dos extratos ($F= 15,53$; $P< 0,05$), entretanto, na fração DCM a redução foi maior em relação ao extrato bruto hidroalcoólico. Os discos de couve

tratados com a fração DCM foram consumidos 2,27; 6,44 e 32,67 cm² a menos que os tratados com o extrato bruto nas concentrações de 12,5; 25,0 e 50,0 mg.mL⁻¹, respectivamente (Figura 10).

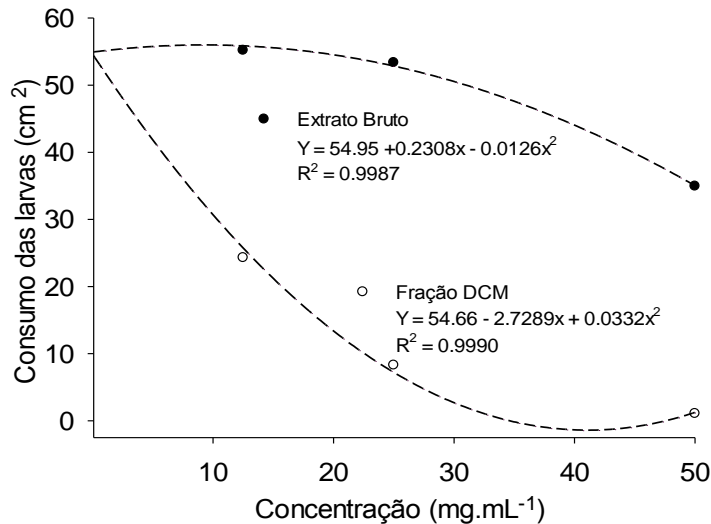


Figura 10 - Consumo de couve (cm²) tratada com extrato bruto e fração DCM, de *O. campechianum*, por larvas de oito dias de *A. monuste orseis* em 24 h de exposição, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).

No teste de preferência alimentar com larvas de três dias, observou-se que tanto o extrato bruto de folhas de *O. campechianum* quanto sua fração DCM inibiram a alimentação dessas. O mesmo resultado foi obtido para as larvas de oito dias. Singh et al. (2014) também observaram que folhas de *Ocimum kilimandscharicum* reduziram a alimentação de larvas de *Helicoverpa armigera*, o que demonstra a presença de metabólitos fagodeterrentes em diferentes espécies do gênero *Ocimum*.

Tabela 4 - F calculado do consumo (cm²), morte de larvas em 24 h e morte das larvas total (%), morte de pupas (%), período de pupa (dias) e malformação em adultos (%) em razão da alimentação de larvas de *A. monuste orseis* de oito dias com couve tratada com extrato bruto e com fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).

Tratamentos	GL	Consumo (cm ²)	Morte de larvas 24 h (%)	Morte de larvas total (%)	Morte de pupas (%)	Período de pupa (dias)	Malformação em adultos (%)
Extrato (E)	1	102,98*	8,55*	18,52*	0,88 ^{ns}	6,93*	1,50 ^{ns}
Concentração(C)	3	39,17*	11,39*	34,91*	3,79*	30,81*	2,01 ^{ns}
E x C	3	15,53*	2,25 ^{ns}	6,00*	2,24 ^{ns}	16,60*	4,87*
CV (%)	-	21,52	5,00	6,35	5,08	2,77	9,29

(*) significância a 5% e (^{ns}) não significativo de acordo com a análise de variância.

GL = Grau de liberdade

Para a morte de larvas em 24 horas, obteve-se mortalidade crescente com o aumento das concentrações do extrato bruto hidroalcoólico e da fração DCM, contudo, a fração DCM ocasionou maior toxicidade ($P < 0,05$) resultando em cerca 37% de mortalidade na maior concentração (50 mg.mL^{-1}), contra apenas 13% do extrato bruto. Assim, a fração DCM foi 2,85 vezes mais tóxica para larvas de *A. monuste orseis* de oito dias em relação ao extrato bruto (Figura 11).

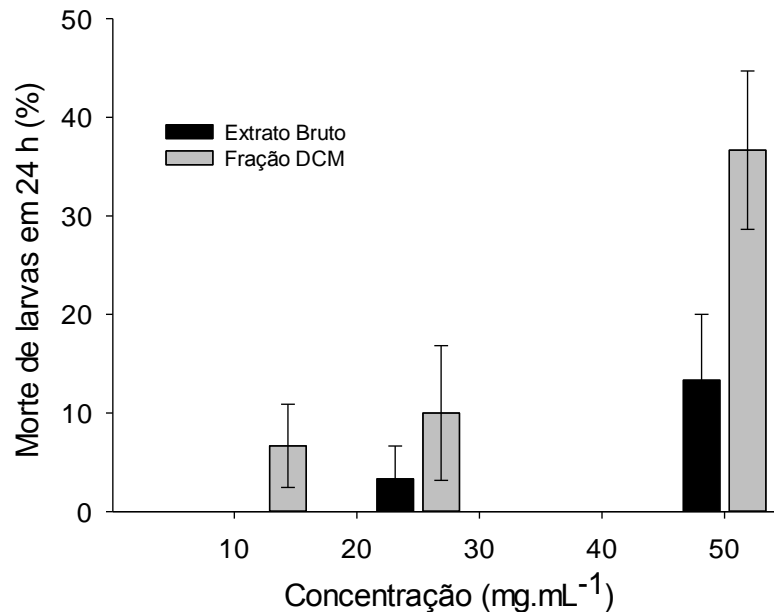


Figura 11 - Morte de larvas (%) de *A. monuste orseis* de oito dias em 24 horas de exposição aos discos de couve tratados com o extrato bruto e a fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório ($25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Para a variável “morte de larvas total”, houve interação significativa ($F = 6,00$; $P < 0,05$), e seguiu a tendência de morte das larvas em 24 horas. Verificou-se aumento à medida que se elevou a concentração dos extratos, tanto para o bruto quanto para a fração DCM. Entretanto, na fração DCM o percentual de morte larval foi maior, onde 50 mg.mL^{-1} ocasionou cerca de 90% de mortalidade. Por outro lado, a mesma concentração do extrato bruto hidroalcoólico resultou na morte de cerca de 40% das larvas (Figura 12).

Singh et al. (2014) observaram que larvas que se alimentaram de folhas de *O. kilimandscharicum* apresentaram comprometimento do crescimento, bem como aumento na mortalidade. Os autores identificaram fenilpropanoides e sesquiterpenos como principais classes de compostos na planta.

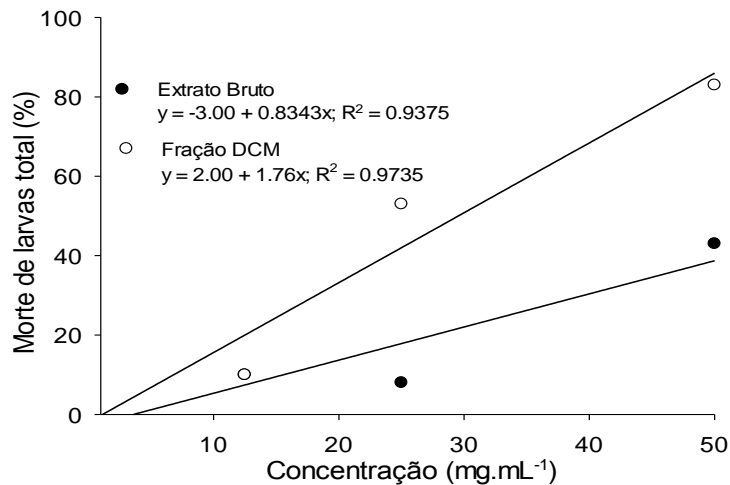


Figura 12 - Mortalidade larval total (%) em função do consumo de discos de couve tratados com o extrato bruto e a fração DCM de *O. campechianum* por larvas de *A. monuste orseis* de oito dias, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70\pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Mota et al. (2017) obtiveram aumento de mortalidade em ninfas de *Aleurodicus cocois*, utilizando doses crescentes de OE de *O. campechianum*, chegando a 100% de mortalidade na concentração de 10 mg.mL^{-1} , os autores identificaram como principais classes de compostos no OE, fenilpropanoides (eugenol e elemicina) e sesquiterpeno (β -cariofileno). Shadia et al. (2007) encontraram 40% de mortalidade larval em *Agrotis ipsilon* utilizando 3% de eugenol, já utilizando 3% de OE de *Ocimum americanum* com 28% de eugenol, obtiveram 63% de mortalidade larval. Tais resultados sinalizam o possível efeito sinérgico dos compostos presentes nesses óleos.

Comparando a mortalidade das larvas com o consumo da couve tratada com o extrato hidroalcoólico e a fração DCM (Figura 10; pag. 78), verifica-se uma baixa atratividade alimentar das larvas. Provavelmente, essas larvas possuem a capacidade de sinalização química, ou seja, identificam as substâncias tóxicas para seus sistemas. Assim sendo, os maiores consumos para os dois extrativos, ocorreram nas menores concentrações (0 e $12,5 \text{ mg.mL}^{-1}$), pois nestas a quantidade de metabólitos secundários responsáveis pela ação larvicida estariam em quantidades suficientes para promoverem a atração alimentar, mas não para produzir o efeito biolarvicida.

Utilizando a fração DCM obteve-se mortalidade elevada, mesmo na maior concentração (50 mg.mL^{-1}) na qual o consumo foi extremamente baixo, cerca de 1 cm^2 de couve. A explicação para tal resultado pode ser a maior quantidade de metabólitos inseticidas nessa concentração, dessa forma, mesmo as larvas tendo se alimentado pouco, foi suficiente para ocasionar a morte dessas.

Apesar das larvas terem se alimentado mais dos discos tratados com o extrato bruto hidroalcoólico, a mortalidade larval foi 50% menor. O extrato DCM é uma fração de baixa polaridade oriunda do extrato bruto, isso significa que, enquanto no bruto, estão presentes todos os metabólitos produzidos pela planta, inclusive os metabólitos primários, em quantias insuficientes; no primeiro estão somente os metabólitos secundários de baixa polaridade. Assim, a concentração desses compostos que atuam como inseticida na fração DCM é superior em relação à quantidade presente no extrato bruto, o que explica a menor mortalidade larval no extrato bruto hidroalcoólico.

Lucena et al. (2017) verificaram que os extratos hexânico e acetato de etila de *Piper aduncum* induziram as maiores taxas de mortalidade de larvas de *Anticarsia gemmatalis* e *Spodoptera frugiperda* quando comparado ao extrato etanólico. Os autores atribuíram os resultados às maiores concentrações de fenilpropanoides nesses extrativos. Tais resultados evidenciam que extratos produzidos com solventes menos polares apresentam maior atividade larvicida que extratos mais polares, o que está de acordo com os resultados do presente trabalho.

Para a variável morte de pupas, não houve significância para a interação, nem para os extratos ($P \geq 0,05$), porém as concentrações diferiram entre si ($P < 0,05$). O maior percentual de mortalidade pupal (27%) foi obtido na concentração 25 mg.mL⁻¹ (Figura 13). Entretanto, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão propostos.

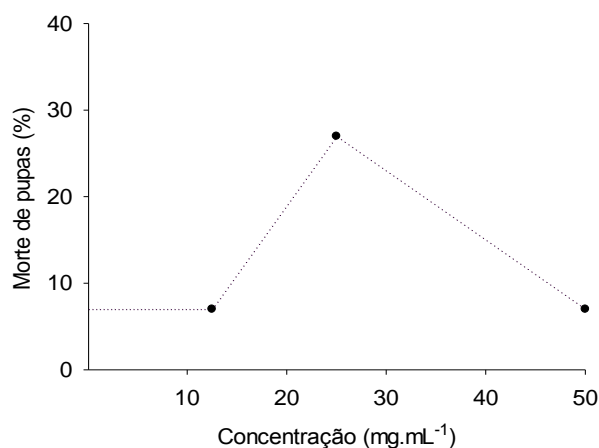


Figura 13 - Percentual médio de morte de pupas em relação ao consumo de discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum* no período larval de *A. monuste orseis* de oito dias, em laboratório (25±2 °C, UR = 70±5%, fotoperíodo 12 h).

Verificou-se interação significativa entre os extratos e as concentrações para duração do período de pupa ($F = 16,60$; $P < 0,05$). Observou-se que independente do extrato utilizado, o aumento das concentrações alongou o período de pupa. Constatou-se aumento de cerca de um dia entre a maior e a menor concentração para os dois extratos (Figura 14). Contudo, o extrato DCM começou a alongar o período a partir de 12,5 mg.mL⁻¹, já no extrato bruto o alongamento começou com o dobro da concentração anterior.

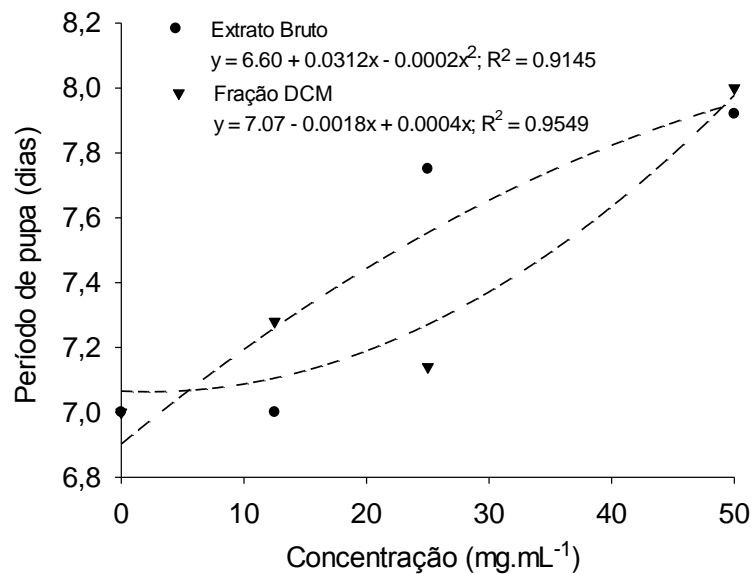


Figura 14 - Período médio de pupa de *A. monuste orseis* em função da alimentação das larvas de oito dias com discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório (25 ± 2 °C, UR = $70 \pm 5\%$, fotoperíodo 12 h).

Lucena et al. (2017) observaram que a adição de extratos etanólico e acetato de etila de *Piper aduncum* na dieta de *Spodoptera frugiperda* não ocasionou alongamento da fase de pupa nem na maior concentração utilizada (15 mg.mL⁻¹), no entanto, o extrato hexânico alongou o período em cerca de um dia a partir da menor concentração (1 mg.mL⁻¹). O que está de acordo com os resultados da presente pesquisa, em que se obteve maior alongamento da fase pupal no extrato menos polar (DCM). Para os autores, o aumento na duração dos estágios larval e pupal por diferentes extratos podem ser atribuídos à presença de inibidores de crescimento ou substâncias tóxicas como os fenilpropanoides e sesquiterpenos, os quais são tóxicos para insetos e podem afetar o ciclo de vida desses.

Verificou-se interação significativa para a ocorrência de defeitos em adultos ($F= 4,87$; $P< 0,05$). Porém, os dados não se ajustaram aos modelos de regressão propostos.

Nas larvas alimentadas com discos de couve tratados com a fração DCM, verificou-se que a ocorrência de adultos com algum defeito (teratogenia), variou de 0 a 50%, já para o extrato bruto variou de 7,5 a 51,7%. Entretanto, na fração DCM a maior ocorrência foi verificada em 50 mg.mL^{-1} , já no extrato bruto obteve-se maior ocorrência em 25 mg.mL^{-1} (Figura 15).

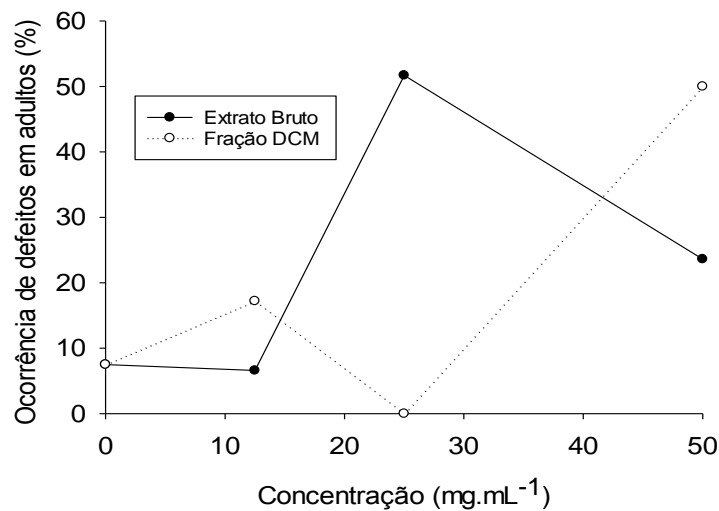


Figura 15 - Ocorrência de defeitos em adultos de *A. monuste orseis* em função da alimentação das larvas de oito dias com discos de couve tratados com extrato bruto e fração DCM de *O. campechianum*, em laboratório ($25\pm 0,3$ °C, UR = 70%, fotoperíodo 12 h).

Lucena et al. (2017) observaram alterações morfológicas e fisiológicas em *S. frugiperda* utilizando extrato de diferentes polaridades de *P. aduncum*. Os autores atribuíram tais efeitos à ação dos fenilpropanoides e sesquiterpenos, que segundo eles podem causar interferência tóxica nas funções bioquímicas e fisiológicas dos insetos.

Sousa (2004) identificou nos extratos metanólico e benzênico de folhas de *O. campechianum* a presença do fenilpropanoide eugenol, assim como de monoterpenos, sesquiterpenos e triterpenoides, tais compostos podem ser responsáveis pela teratogenia observada nos insetos adultos de *A. monuste orseis*.

4.5 CONCLUSÕES

O extrato bruto hidroalcoólico e a fração DCM, de *Ocimum campechianum* produzem toxicidade, causando mortalidade de larvas e de pupas de *Ascia monuste orseis* (lagarta curuquerê-da-couve).

A alimentação de lagartas curuquerê-da-couve, com couve tratada com o extrato bruto (25 mg.mL^{-1}) e a fração DCM (50 mg.mL^{-1}), produzem malformação morfológica em adultos.

O extrato bruto e a fração DCM, de *O. campechianum* reduzem a alimentação de lagartas curuquerê-da-couve de três e oito dias.

O uso de doses subletais do extrato bruto e de sua fração DCM, em larvas de três dias, não interfere no desenvolvimento normal do inseto *A. monuste orseis*.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A.; PEITZ, C.; CÚNICO, M.; CARVALHO, J.L.S.; ABRAHÃO, W. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D.; KERBER, V. A. Avaliação da atividade antibacteriana e triagem fitoquímica das flores de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don Leguminosae-Mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 13-15, jan./mar. 2005.
- BENITEZ, N. P.; LEÓN, E. M. M.; STASHENKO, E. E. Eugenol and methyl eugenol chemotypes of essential oil of species *Ocimum gratissimum* L. and *Ocimum campechianum* Mill. from Colombia. **Journal of Chromatographic Science**, Oxford, v. 47, n. 9, p. 800-803, Oct. 2009.
- BOIÇA JUNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; LOURENÇÃO, A. L.; RODRIGUES, N. E. L. Não preferência para oviposição e alimentação por tuta absoluta (meyrick) em genótipos de tomateiro. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 4, p. 541-548, out./dez. 2012.
- CABALLERO-GALLARDO, K.; PINO-BENITEZ, N.; PAJARO-CASTRO, N.; STASHENKO, E.; OLIVERO-VERBEL, J. Plants cultivated in Choco, Colombia, as source of repellents against *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Amsterdã, v. 17, n. 4, p. 753-759, Dec. 2014.
- CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 16 p. (Circular Técnica, 35).
- CAROVIC-STANKO, C.; LIBER, Z.; POLITEO, O.; STRIKIC, F.; KOLAK, I.; MILOS, M.; SATOVIC, Z. Molecular and chemical characterization of the most widespread *Ocimum* species. **Plant Systematics and Evolution**, [S.l.], v. 294, n.3-4, p. 253-262, Jul. 2011.
- COELHO, A. A. M.; PAULA, J. E. de; ESPÍNDOLA, L. S. Insecticidal activity of Cerrado plant extracts on *Rhodnius milesi* Carcavallo, Rocha, Galvão & Jurberg (Hemiptera: Reduviidae), under laboratory conditions. **Neotropical Entomology**, Londres, v. 35, n. 1, p. 133-138, Jan./Feb. 2006.
- CORDERO, R. J.; KUCHAR, T. P.; SPEESE, J.; YOUNGMAN, R. R.; LEWIS, E. E.; BLOOMQUIST, J. R.; KOK, L. T.; ANTHONY D. BRATSCH, A. D. Field efficacy of insecticides for control of Lepidoptera pests on collards in Virginia. **Plant Health Progress**, Saint Paul, v. 7, n. 1, p. 1-11, Jan. 2006.
- CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506, out./dez. 2011.
- FERNANDES, C. C.; CURSINO, L. M. C.; NOVAES, J. DE A. P.; DEMETRIO, C. A.; PEREIRA JÚNIOR, O. L.; NUNEZ, C. V.; AMARAL, I. L. Salicilatos isolados de folhas e talos de *Salix martiana* Leyb. (Salicaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 983-986, 2009.

HUANG, Y.; HO, S.-H.; LEE, H.-C.; YAP, Y.-L. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research**, Amsterdã, v. 38, n. 5, p. 403-412, 2002.

JARAMILLO, B. E. C.; DUARTE, E. R.; DELGADO, W. Bioactividad del aceite esencial de *Ocimum micranthum* Willd, recolectado en el departamento de Bolívar, Colombia. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Habana, v.19, n. 2, p. 185-196, Abr./Jun. 2014.

KOGAN, M.; GOEDEN, R. D. The hostplant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of Entomological Society of America**, Annapolis, v. 63, n. 4, p.1175-1180, Jul. 1970.

KUHAR, T. P.; CORDERO, R. J.; BARLOW, V. M.; VENKATA, R. Y.; SPEESE, J. Evaluation of foliar insecticides for controlling lepidopterous pests in cabbage. **Arthropod Manag Tests**, Annapolis, MD, v. 28, n. 1 (E10), p. 1-2, 2003.

LUCENA, D. C.; BERTHOLDO-VARGAS, L. R.; SILVA, W. C.; MACHADO, A. F.; LOPES, T. S.; MOURA, S.; BARROS, N. M. Biological activity of *Piper aduncum* extracts on *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Erebididae) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89 n. 3, p. 1869-1879, jul./set. 2017.

MAPELI, N. C.; SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CREMON, C.; SILVA, A. N.; MANDARINO, A. P. Deterrência alimentar em *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) induzida por soluções homeopáticas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 2, p. 184-190, mar./abr. 2015.

MOTA, M. S. C. S.; SILVA, R. S.; SILVA, G. A.; PICANCO, M.C.; MESQUITA, A. L. M.; PEREIRA, R. C. A. Potential of allelochemicals from basil (*Ocimum micranthum* Willd) to control whitefly (*Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846)) in cashew nut crop (*Anacardium occidentale* L.). **Allelopathy Journal**, Haryana, v. 40, n. 2, p. 197-208, Mar. 2017.

PEREIRA, T.; PASINI, A.; OLIVEIRA, E. D. M. Biologia e preferência de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) na planta invasora *Raphanus raphanistrum* L. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 725-727, jul./ago. 2003.

PRATISSOLI, d.; POLANCZYK, r. a.; HOLTZ, a. m.; TAMANHONI, t.; CELESTINO, f. n.; BORGES FILHO, r. da c. Infl uência do Substrato Alimentar sobre o Desenvolvimento de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 361-364, jul./ago. 2008.

ROBERTSON, J. L.; PREISLER, H. K. **Pesticide bioassays with Arthropods**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1992. 127 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT(R) 9.3 User's Guide**. Disponível em: < http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63962/HTML/default/viewer.htm#chap0_toc.htm>. Acesso em: 23 mar. 2011.

SHADIA, E.; EL-AZIZ, A. B. D.; OMER, E. A.; SABRA, A. S. Chemical composition of *Ocimum americanum* essential oil and its biological effects against, *Agrotis ipsilon*, (Lepidoptera: Noctuidae). **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Islamabad, v. 3, n. 6, p. 740-747, Nov. 2007.

SILVA, A. L.; BATISTA, A. C.; SILVA, F. W. R.; CHAVES, F. C. M.; GENTIL, D. F. O.; BIZZO, H. R. Composição química do óleo essencial de folhas de três amostras de alfavaca coletadas em Manaus - AM. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 4782-4786, 2011.

SILVA, G. N.; FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H.; FREITAS, R. S. Bioactivity of *Jatropha curcas* L. to insect pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 48, n. 1, p. 111-113, Jan./Mar. 2012.

SILVA, M. G. V.; SILVA, F. O.; MATOS, F. J. A. Chemical composition of leaves essential oil of *Ocimum micranthum* Willd growing Brazil Northeast, during daytime and at different stages of development. **Journal of Essential Oil Research**, Londres, v. 16, n. 3, p. 36-40, May/Jul. 2004.

SINGH, P.; JAYARAMAIAH, R. H.; SARATE, P.; THULASIRAM, H. V.; KULKARNI, M. J.; GIRI, A. P. Insecticidal Potential of Defense Metabolites from *Ocimum kilimandscharicum* against *Helicoverpa armigera*. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 8, p. 1-9, Aug. 2014.

SOUSA, S. T. de. **Estudo da atividade biológica de *Ocimum campechianum* Mill. e determinação de seu perfil fitoquímico**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Departamento de Ciências Farmacêuticas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

ZHAO, X.; XI, X.; HU, Z.; WU, W.; ZHANG, J. Exploration of novel botanical insecticide leads: synthesis and insecticidal activity of β -dihydroagarofuran derivatives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 64, n. 7, p. 1503-1508, Feb. 2016.