



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM PROTEÇÃO DE PLANTAS
Coordenação de Pós-Graduação em Proteção de Plantas



RUBENS PESSOA DE BARROS.

Manejo na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae): Biodiversidade e ação inseticida do Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) na traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera:Gelechiidae)

RIO LARGO-AL
2018

RUBENS PESSOA DE BARROS

Manejo na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae): Biodiversidade e ação inseticida do Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) na traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera:Gelechiidae)

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Proteção de Plantas.

Dra. Ligia Sampaio Reis.

Orientadora

Dr. João Gomes da Costa.

Dr. Elio Cesar Guzzo

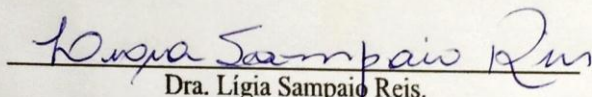
Coorientadores

**RIO LARGO-AL
2018**

RUBENS PESSOA DE BARROS

Manejo na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae): Biodiversidade e ação inseticida do Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) na traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias – CECA da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Proteção de Plantas.

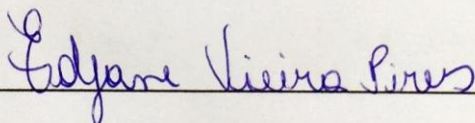


Dra. Lúcia Sampaio Reis.

Orientadora

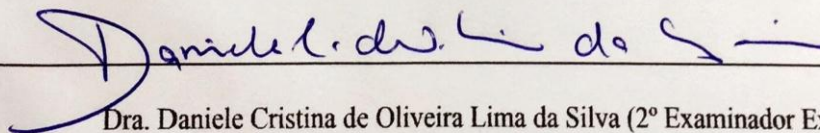
Centro de Ciências Agrárias - CECA/UFAL

Banca Examinadora:



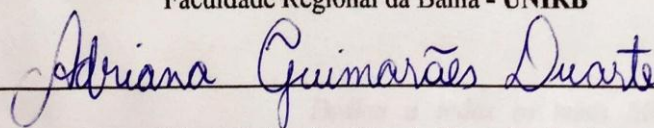
Dra. Edjane Vieira Pires (1º Examinador Externo)

Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL



Dra. Daniele Cristina de Oliveira Lima da Silva (2º Examinador Externo)

Faculdade Regional da Bahia - UNIRB



Dra. Adriana Guimarães Duarte (Examinador Interno)

Centro de Ciências Agrárias - CECA/UFAL

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

B277m Barros, Rubens Pessoa de

Manejo na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae): Biodiversidade e ação inseticida do Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) na traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Rio Largo-AL – 2018.
128 f.; il; 33 cm

Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Prf^ª. Dr^ª. Ligia Sampaio Reis
Co-Orientador(es): Prof. Dr. João Gomes da Costa.
Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo.

1. Hortaliças 2. Bioinseticidas 3. Controle de insetos. 4. Ecologia aplicada. I. Título.

CDU: 635.64: 595.7

Dedico a todos os meus filhos: Rubiane Kelly, Rwizziane Kalley, Rubens Filho e ao meu netinho o Leivan Junior "Lelê". Dedico também a todos os meus amigos, alunos de ontem, de hoje e de amanhã.

AGRADECIMENTOS

Como um Cristão agradeço à Deus, por ter me protegido e dado esta oportunidade de concluir esta etapa da minha vida acadêmica.

À Professora Doutora Ligia Sampaio Reis, por ter acreditado em mim e me apoiado na orientação deste trabalho, principalmente pela sua competência e habilidade em trabalhar a pesquisa.

Aos Professores e Pesquisadores da EMBRAPA – Tabuleiros Costeiros – Unidade de Rio Largo-AL, que atuaram como coorientadores da pesquisa: Doutor Elio Cesar Guzzo e Doutor João Gomes Costa. À Universidade Federal de Alagoas, pela realização deste Curso, através do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias - CECA.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, pelas orientações dadas. Aos proprietários das áreas da pesquisa, no cultivo orgânico, o Senhor João Raimundo e no cultivo convencional, os Senhores Tiago e Adrião, nos povoados Bom Jardim e Bálsamo respectivamente e os funcionários destes locais.

Ao Laboratório de Recursos Naturais da UFAL, especialmente aos Professores Doutor Euzébio Antonio e Doutora Aldenir Feitosa pelas análises químicas na elaboração dos extratos realizados.

À Banca examinadora que deu especial atenção à revisão desta tese de doutoramento, Profa. Dra. Edjane Vieira Pires, Dra Daniele Cristina de Oliveira Lima da Silva e a Dra. Adriana Guimarães Duarte.

À Uneal - Universidade Estadual de Alagoas campus I, em Arapiraca-AL, por ter dado a oportunidade de me qualificar profissionalmente, de igual modo à Secretaria de Estado de Educação e de Esportes do Estado de Alagoas.

Ao amigo Jhonatan David Santos das Neves, ex-aluno de Graduação, ex-orientado de graduação e companheiro nas aulas do Curso de Doutorado em Proteção de Plantas e nas viagens de ida e vinda (Arapiraca/Rio Largo-CECA/UFAL/ Arapiraca). Aos colegas da turma do Doutorado em Proteção de Plantas – CECA/UFAL, ano 2014.2.

Ao GEMBIO – Grupo de Estudos Ambientais e Etnobiológicos da Uneal, pelo espaço criado para as pesquisas. Aos meus alunos do Curso de Ciências Biológicas que auxiliaram de forma direta ou indireta nas pesquisas.

À minha família, especialmente aos meus filhos: Rubiane Kelly, Rwizziane Kalley e Rubens Filho, ao meu neto o Lelê, e a todos que estão comigo.

A todos os meus amigos, amigas, alunos e alunas.

“Se quiser buscar realmente a verdade, é preciso que pelo menos uma vez em sua vida você duvide, ao máximo que puder de todas as coisas.”

René Descartes.

RESUMO

O manejo e estratégias utilizadas nos cultivos tem sido ao longo dos anos aperfeiçoadas por programas de assistência aos agricultores, para a obtenção de melhores resultados no controle das doenças e pragas. Para diminuir os impactos ao meio ambiente, o uso de produtos naturais em cultivos orgânicos, possibilita o desenvolvimento sustentável na agricultura, ao contrário do que ocorre em sistemas convencionais. Sendo assim essa pesquisa teve como objetivo desenvolver no manejo da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae), estratégias para conhecer a biodiversidade através dos índices de diversidade da entomofauna, os efeitos diretos e indiretos a partir da análise de trilha das variáveis climáticas sobre as fases da dinâmica populacional da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois sistemas de cultivo convencional e orgânico de tomate. Também estudou o efeito da bioatividade do extrato etanólico da folha e do fruto do Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) em lagartas de primeiro instares da traça do tomateiro em bioensaios em laboratório. O experimento em condições de campo foi conduzido em dois sistemas com manejo orgânico e o outro convencional na região agreste de Alagoas. O levantamento populacional da traça do tomateiro e da entomofauna foi realizado com o uso de armadilha Delta® com feromônio e armadilhas coloridas com cola entomológica, respectivamente. Os resultados encontrados, quanto aos índices de diversidade de família de insetos (Shannon-Wiener, Margalef, Simpson, Pielou) no sistema convencional foi superior ao sistema orgânico. Revelando que na região agreste de Alagoas, em cultivos de hortaliças, as principais ordens e famílias da entomofauna de polinizadores, predadores, inimigos naturais e parasitoides, prevalecem e resistem nos cultivos. Os resultados da dinâmica populacional revelaram os coeficientes de Pearson (r), de trilha e o residual (R), movem-se provocando efeitos diretos e indiretos das variáveis climáticas sobre a *T. absoluta* na região agreste, sendo significativos nos meses mais frios do ano, compreendendo de abril a setembro. A bioatividade da *M. citrifolia*, na mortalidade das lagartas de *T. absoluta* foi significativa quando utilizou-se o extrato da folha e do fruto da planta nos bioensaios em laboratório, resultando em mortalidade para as lagartas da traça do tomateiro. Recomenda-se realizar outros estudos do extrato da *M. citrifolia*, para nortear o manejo da horticultura com parâmetros e critérios no controle dessa praga com eficiência ambiental, resultando em qualidade de vida para os produtores de tomate e hortaliças.

Palavras-chave: Hortaliças. Bioinseticidas. Controle de insetos-praga. Ecologia aplicada.

ABSTRACT

The management and strategies used in the crops have been improved over the years by programs of assistance to farmers, to obtain better results in the control of diseases and pests. To reduce impacts to the environment, the use of natural products in organic crops, enables sustainable development in agriculture, unlike what occurs in conventional systems. The objective of this research was to develop strategies to know the biodiversity through the diversity indexes of the entomofauna, the direct and indirect effects from the analysis of the climatic variables track in the management of the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in two systems of conventional and organic tomato cultivation. It also studied the bioactivity effect of leaf and noni leaf extracts (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) on first instars larvae of the tomato moth in laboratory bioassays. The experiment under field conditions was conducted in two systems with organic management and the other conventional one in the agreste region of Alagoas. The population survey of the tomato and entomofauna moth was carried out with the use of a Delta® trap with pheromone and colored traps with entomological glue, respectively. The results showed that the insect family diversity index (Shannon-Wiener, Margalef, Simpson, and Pielou) in the conventional system was higher than the organic system. Revealing that the main orders and families of the entomofauna of pollinators, predators, natural enemies and parasitoids in the agricultural region of Alagoas, prevail and resist in the crops. The results of the population dynamics revealed the Pearson (r), track and residual (R) coefficients, moving with direct and indirect effects of the climatic variables on *T. absoluta* in the agreste region, being significant in the colder months of the year, comprising from April to September. The bioactivity of *M. citrifolia* in *T. absoluta* larvae mortality was significant when the leaf and fruit extract of the plant were used in the laboratory bioassays, resulting in mortality for tomato moth caterpillars. It is recommended to carry out other studies of the extract of *M. citrifolia*, to guide the management of horticulture with parameters and criteria in the control of this pest with environmental efficiency, resulting in quality of life for tomato and vegetable growers.

Key words: Vegetables. Bioinseticidas. Control of pest-insect. Applied ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ovos elípticos ovipositados sobre a folha de tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	27
Figura 2. Lagartas de <i>Tuta absoluta</i>	27
Figura 3. Casulo e pupa e adulto da <i>T. absoluta</i> em criação no laboratório	28
Figura 4. Adulto de <i>Tuta absoluta</i> na face superior do folha do tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	29
Figura 5. Distribuição geográfica da traça-do-tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>).	30
Figura 6. Morfologia da planta apresentando o fruto e flores do Noni (<i>Morinda citrifolia</i>) .	35
Figura 7. Formula de antraquinona, encontrada na <i>Morinda citrifolia</i> L.	36
Figura 8. Sequência comportamental mediada pelo feromônio em machos da ordem Lepidoptera.	40
Figura 9. Armadilhas coloridas feitas com garrafas PET colocadas nos cultivos de tomate	65
Figura 10. Dados climáticos na região agreste de Alagoas no período da pesquisa (setembro/2015 a fevereiro/2017).	71
Figura 11. Cultivos de tomate sistema convencional e orgânico na região agreste de Alagoas (período da pesquisa 2015-2017).	89
Figura 12. Armadilhas (Delta) com o septo de borracha do feromônio IscalureTuta®	90
Figura 13. Ovos, lagartas e minas nas folhas do tomateiro no procedimento de amostragem das fases da traça do tomateiro coletados no campo. Agreste de Alagoas. (2015-2017).....	92
Figura 14. Ovos, lagartas e minas nas folhas dos tomateiros.....	93
Figura 15. Flutuação populacional da <i>Tuta absoluta</i> com a armadilha Delta com feromônio IscalureTuta® na região agreste de Alagoas com o monitoramento das variáveis climáticas (2015-2017).	96
Figura 16. Gaiola utilizada na criação e manutenção do inseto	116
Figura 17. Bioensaios em Laboratório para a pesquisa da bioatividade do Noni (<i>Morinda citrifolia</i>) em <i>Tuta absoluta</i> nos folhas de tomateiro em Placa de Petri	117
Figura 18. Reação entre uma substância fenólica e o molibdênio (componente do Folin-Ciocalteu).	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Duração média do ciclo biológico de <i>T. absoluta</i> depende da temperatura.	26
Tabela 2. Dados médios de famílias de insetos no sistema convencional coletadas pelas armadilhas coloridas (período da coleta fevereiro de 2015 a janeiro/2017) – Arapiraca-AL.	67
Tabela 3. Dados médios de famílias de insetos no sistema orgânico coletadas pelas armadilhas coloridas (período da coleta fevereiro de 2015 a janeiro/2017) – Arapiraca-AL.	69
Tabela 4. Índices de diversidade das espécies coletadas sob a influência das cores das armadilhas.	72
Tabela 5. Abundância relativa – AR (%) de ordens e famílias de insetos com importância agrícola para proteção de plantas nos cultivos convencional e orgânico de tomate.	75
Tabela 6. Ordens de insetos nos dois sistemas de cultivo coletadas nas armadilhas coloridas (quantitativo).	76
Tabela 7. Média das variáveis observadas e analisadas nas plantas do tomateiro.	94
Tabela 8. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis avaliadas no levantamento populacional da <i>T. absoluta</i> na região agreste de Alagoas – cultivo convencional (período de 2015-2017).	98
Tabela 9. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis avaliadas no levantamento populacional da <i>T. absoluta</i> na região agreste de Alagoas – cultivo orgânico (período de 2015-2017).	99
Tabela 10. Efeitos diretos e indiretos de variáveis bióticas e abióticas no sistema convencional sobre o número de adultos de <i>Tuta absoluta</i>	101
Tabela 11. Efeitos diretos e indiretos de variáveis bióticas e abióticas no sistema orgânico sobre o número de adultos de <i>Tuta absoluta</i>	103
Tabela 12. Diferenças de médias das concentrações do extrato etanólico da folha da <i>M. citrifolia</i> tratados com o controle.	120
Tabela 13. Diferenças de médias das concentrações do extrato etanólico do fruto da <i>M. citrifolia</i> tratados com o controle.	121
Tabela 14. Teor dos fenóis totais e dos flavonoides dos extratos da folha e fruto da <i>M. Citrifolia</i>	122

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Considerações gerais.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Origens do tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.; Solanaceae).....	19
2.2 Biologia do tomateiro.....	20
2.3 Insetos-praga do tomateiro.....	22
2.4 Traça-do-tomateiro <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae).....	24
2.5 Descrição do ciclo e biologia de <i>Tuta absoluta</i>	26
2.6 Bioecologia do inseto.....	28
2.7 Distribuição geográfica da traça-do-tomateiro <i>Tuta absoluta</i>	30
2.8 A <i>Tuta absoluta</i> e os danos econômicos nos agroecossistemas.....	31
2.9 Controle da <i>Tuta absoluta</i>	31
3 ESPÉCIE FONTE DOS EXTRATOS - BIOINSETICIDA	33
3.1 Espécie Noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.; Rubiaceae).....	33
3.1 Fitoquímica do Fruto do Noni.....	36
4 OS FEROMÔNIOS NA AGRICULTURA	38
4.1 Os semioquímicos.....	38
5 INDICES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA	41
5.1 Índice de Margalef.....	43
5.2 Índice de Shannon-Wiener.....	43
5.3 Índice de Simpson.....	44
5.4 Índice de Pielou (Equatibilidade).....	45
5.5 Índice de Jacard (Sj).....	45
6 REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE DE INSETOS EM CULTIVOS CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.; SOLANACEAE)	61
Resumo.....	61
Abstract.....	62
1 Introdução.....	63
2 Material e Métodos.....	64
3 Resultados e Discussão.....	66
4 Conclusões.....	77
5 Referências.....	78
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DE TRILHA PARA AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE AS FASES DE DESENVOLVIMENTO DA TRAÇA DO TOMATEIRO <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) EM CULTIVOS DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	85
Resumo.....	85
Abstract.....	86
1 Introdução.....	87
2 Material e Métodos.....	89
3 Resultados e Discussão.....	92
4 Conclusões.....	104
5 Referências.....	106
CAPÍTULO 4 – BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE NONI (<i>Morinda citrifolia</i> L.) NA TRAÇA DO TOMATEIRO (<i>Tuta absoluta</i> Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae)	111
Resumo.....	111

Abstract.....	112
1 Introdução.....	113
2 Material e Métodos.....	115
3 Resultados e Discussão.....	120
4 Conclusões.....	124
5 Referências.....	125

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

O manejo nas culturas tanto culturais ou de pragas, são estratégias aplicadas para integrar princípios de proteção das plantas e conhecer o agroecossistema contribuindo para a tomada de decisão quanto ao controle de pragas e doenças, sendo este o foco desse estudo.

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) é cultivado em diversas regiões agrícolas do país destacando-se os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2017). Considerada como uma das olerícolas mais difundidas no mundo, além de ser uma importante commodity mundial (BORGUINI, 2006). Essa cultura é classificada como cosmopolita, pela tolerância às variações climáticas, conduzido em regiões de clima tropical, subtropical e temperado (FILGUEIRA, 2003; 2007).

A cultura do tomate dentre outras atividades agrícolas é de grande importância econômica e social, sendo exigente em altos investimentos, com mão-de-obra qualificada e alto nível tecnológico (HAJI et al., 2002).

O cultivo do tomateiro citado em trabalhos como os de Peralta et al. (2005); Souza e Lorenzi, (2008); Judd et al. (2009) tem abrangência em grandes áreas tanto para consumo *in natura* como para o processamento na indústria. Ao redor do mundo não existe outra hortaliça de tão relevada importância econômica e versatilidade na utilização como alimento, bem como, aceito por consumidores das diversas camadas sociais (FILGUEIRA, 2003).

A cadeia produtiva do tomate que possui mais de 10 mil produtores, e abrange cerca de 60 mil famílias de trabalhadores, empregando mais de 200 mil pessoas diretamente e outros milhares de forma indireta. A cultura do tomateiro para consumo *in natura*, por exemplo, gera por hectare/ano entre cinco e seis empregos diretos e o mesmo número de empregos indiretos (BOITEUX et al., 2008; MELO, 2012).

Existem três principais grupos produtores de tomate em todo o mundo – os EUA (Califórnia Valley), a costa do Mediterrâneo e a República da China – cuja produção de tomate responde por cerca de 85% do total do mundo (FAOSTAT, 2017).

A China é o principal produtor, e seu foco é o tomate para processamento, seguida pelos Estados Unidos e pela Turquia. A produção de tomate apresenta uma média de 37

milhões de toneladas e consumo mundial de 35 milhões de toneladas anualmente, respectivamente (FAOSTAT, 2017).

No Brasil, a safra tomate no verão 2012/13, contou com o cultivo de 72,44 milhões de plantas, redução de 6,1% frente à temporada 2011/12. Para a safra 2013/14, o cultivo de 75,6 milhões de plantas, 4,4% a mais em relação à temporada de 2012/13. Esta foi a segunda safra consecutiva na qual a área cultivada reduziu, dado os resultados insatisfatórios dos últimos dois anos (HORTIFRUTI, 2014).

No Brasil, em 2015 a previsão de produção numa área de 110.000 ha foi de 3.467.990 milhões de toneladas e rendimento médio de 63.036 kg/ha (IBGE, 2015). O levantamento do Hortifruti/Cepea para a safra de 2016/17 indicou retração de 3% na área de tomate cultivada frente à temporada 2015/16. A perspectiva foi de estabilidade da área de tomate de mesa na colheita de 2017/18 comparada à safra anterior (HORTIFRUTI BRASIL, 2017).

A região Nordeste tem uma participação no segmento do tomate para processamento, que foi reduzida drasticamente após problemas sequenciais de gerenciamento e combinados com ataque de insetos-praga, verificados a partir do final da década de 1980. A falta de conhecimento sobre as pragas agravou os prejuízos e tiveram início com a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), levando o setor ao colapso e as empresas processadoras a fecharem suas fábricas abandonando a região (MELLO et al., 2009).

A produção de tomate no estado de Alagoas não consta de forma significativa em planilhas do Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. Embora no estado de Alagoas o tomate seja uma das hortaliças mais produzidas. Entretanto, nos anos de 2008/2009, a produção interna foi de apenas 0,34% do volume de comercialização de tomate na (CEASA-AL, 2009). O município de Arapiraca na região Agreste foi o que mais forneceu tomate para a CEASA-AL, com um total de 26,56 t no ano de 2008 e 12,7 t em 2009, seguido por Palmeira dos Índios com um total de 5,4 t, União dos Palmares com 4,16 t. Esta produção de tomate é oriunda da agricultura de base familiar (FRANÇA et al., 2013).

O município de Arapiraca apresentou em 2015 uma produção de 450 toneladas, com uma área colhida e plantada de seis hectares e um rendimento médio de 75.000 quilogramas por hectares na produção de tomate (IBGE, 2015). Na safra de 2016/2017, os resultados da colheita totalizou uma produção de 7.568 toneladas (IBGE, 2017).

Pesquisas sobre a cultura do tomate relatam que 200 espécies de insetos se alimentam do tomateiro. Insetos e ácaros considerados pragas-chave da cultura podem ocorrer nos cultivos desde a fase de mudas até a época da colheita (MICHEREFF FILHO et al., 2012).

O levantamento de insetos-praga e inimigos naturais e/ou polinizadores pode ser feito por leitura direta no cultivo ou por meio do uso de armadilhas. O uso de armadilhas é a maneira menos onerosa. Para monitorar muitos dos inimigos naturais de pragas e polinizadores as alternativas são poucas, mas se tornam complexas e mais exigentes em conhecimento, pois requer maior tempo para identificação do inseto (VERSUTI et al., 2014).

A diversidade de insetos nos agroecossistemas pode favorecer à proteção das culturas. Quando se tem sistemas agrícolas mais diversificados com o uso de plantas bem estabelecidas, as populações de insetos fitófagos tendem a ser menores do que em sistemas homogêneos devido à maior abundância, maior fartura de alimento disponível para os insetos e diversidade e eficiência dos inimigos naturais (UNSICKER et al., 2008; RAMSDEN et al., 2014).

Uma das pragas que atacam o tomateiro é a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera:Gelechiidae) e o seu controle químico é uma tarefa complicada para se chegar a uma solução, sendo necessário pulverizar a cultura diversas vezes (BORGONI; CARVALHO, 2006). As pulverizações tornam a praga cada vez mais resistente. Para mais, colabora para elevar a probabilidade de contaminação do meio ambiente, chegando ao consumidor um produto de baixa qualidade de nutrientes, com resíduos considerados maléficos para a saúde (BENVENGA et al., 2007).

Ao que está relacionado às estratégias de controle, os agroquímicos não são a única ferramenta utilizada para diminuir a infestação dos insetos-praga no cultivo, uma vez que os próprios insetos produzem substâncias atrativas para o acasalamento, um semioquímico chamado de Feromônio Sexual, este, já existe no mercado na forma artificial. Vários foram os avanços e problemas enfrentados, com o objetivo de contribuir cada vez mais para a agricultura de maneira sustentável (GOULART et al., 2015).

O uso de inseticidas sintéticos tem se constituído numa maneira mais fácil de eliminar insetos-pragas. É claro, que já se constatou os efeitos prejudiciais ao ser humano e ao ambiente natural, levando alguns pesquisadores a adotar uma nova maneira de pensar sobre o controle de pragas de forma sustentável ((SHARMA et al., 2015; EMBRAPA, 2017).

A estratégia utilizada no manejo das culturas tem sido ao longo dos anos, aperfeiçoadas por programas de assistência aos agricultores para obter melhores resultados no controle das doenças e pragas, bem como a utilização de plantas resistentes aos inseticidas para diminuir os impactos ao meio ambiente quanto ao uso de defensivos agrícolas (FERREIRA et al., 2017).

O controle alternativo com o uso das plantas bioinseticidas para o controle da traça-do-tomateiro, tem se tornado promissor em vários estudos ao redor do mundo (BIRGUÇU et al., 2014). Vários extratos de plantas tem sido utilizados para o controle alternativo de insetos por apresentar toxicidade, a repelência e a deterrência, a exemplo de extratos aquosos de sementes, de folhas e de frutos de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae) sobre o curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819), (Lepidoptera: Pieridae). Esses extratos aquosos com concentrações de 3,5 e 10%, obtidos por infusão do material biológico seco triturado em água destilada e filtrado (MATA e LOMONACO, 2013).

Conforme BRAGA et al. (2006), a família Meliaceae tem sido muito investigada como fonte de compostos com atividade bioinseticida sobre várias espécies de insetos-pragas, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) (Meliaceae), de origem asiática, é considerado a mais importante planta inseticida conhecida e utilizada em várias pesquisas, e sua atividade tóxica já foi registrada para mais de 400 espécies de insetos, das quais cerca de 100 ocorrem no Brasil (THOMAZINI, et al., 2000).

A espécie noni (*Morinda citrifolia* L.) (Rubiaceae) é uma planta comumente encontrada e originada no sudoeste da Ásia e distribuída através das atividades humanas para outras ilhas do oceano pacífico. Secretti et al. (2015) relatam que essa planta é bastante precoce e após a fase de produção de frutos ela se torna constante a sua produção durante o ano todo. A *M. citrifolia* tem uma abrangência desde a Índia através do Sudeste Asiático e da Austrália até a Polinésia Oriental e o Havai.

A química da *M. citrifolia* revela os efeitos relacionados com atividade bioinseticida, antibactericida, antioxidante, antiviral, antifúngica, antitumoral, anti-helmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imunoestimulante (WANG et al., 2002). Muitos estudos em todo o mundo têm caracterizado alguns produtos naturais com o intuito de identificar e quantificar os componentes bioativos destes vegetais (NEVES, 2012).

A bioatividade da *M. citrifolia* tem sido demonstrada em Dípteros como a *Drosophila sechellia* Tsacas and Baechli, 1981 (Diptera: Drosophilidae) Essa mosca ao contrário de outras espécies deste gênero generalistas, *D. sechellia* evoluiu para ser especialista na planta hospedeira *M. citrifolia* (LOPEZ et al., 2017).

Morales et al. (2010), testaram vários extratos vegetais sobre larvas do mosquito da dengue *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), obtendo resultados significativos quando utilizou o extrato etanólico *M. citrifolia* L., na proporção de 300 mg/L, com mortalidade de 98% das larvas, foi atribuído uma ação neurotóxica ao ácido octanóico.

Este trabalho revela-se como pioneiro no relato de atividade bioinseticida de *M. citrifolia*, em insetos de interesse agrícola, microlepidopteros como a *T. absoluta*, até então, não existe qualquer informação da bioatividade desta planta em relação à lagartas desta ordem de insetos. Na diferença das médias dos tratamentos com o controle observou-se que os resultados foram melhores do que o controle, tanto para o extrato da folha, quanto o extrato do fruto na mortalidade do inseto nas concentrações.

Os elementos climáticos podem influenciar direta ou indiretamente o ataque de *Tuta absoluta*, podendo afetar de várias maneiras a traça do tomateiro, desde a ação dos ventos, dispersando os adultos, as chuvas como fator da mortalidade de ovos e larvas, e da temperatura afetando o desenvolvimento e a reprodução deste inseto. O clima também influencia sobre os inimigos naturais e composição química do tomateiro (BACCI, 2006).

Neste estudo outra ferramenta utilizada para investigar modelos complexos que envolvem mais de uma variável dependente é a análise de trilha (Eubanks, 2001; Bacci, 2006). Pode ser utilizada para identificar e quantificar as interações diretas e indiretas entre a densidade populacional do inseto praga com os elementos climáticos. As interações são representadas por coeficientes de regressão e correlação. O coeficiente de trilha (coeficiente de regressão) quantifica a intensidade de cada efeito direto na variável resposta (CRUZ, 2016).

É possível entender as interações entre variáveis independentes que são representadas por coeficientes de correlação; neste caso, o efeito indireto de uma variável é calculado quando a trilha passa entre uma ou mais variáveis intermediárias até chegar à variável resposta. Um coeficiente indireto é obtido através do produto de todos os coeficientes ao longo de uma trilha. Quando mais de uma trilha chega à variável resposta os coeficientes de trilha indiretos são somados para calcular o coeficiente indireto total (CRUZ, 2016).

Este estudo buscou estratégias de manejo na cultura do tomate, utilizadas para a tomada de decisão no controle da traça do tomateiro da principal praga do tomateiro, envolvendo dois cultivos, orgânico e convencional na região agreste de Alagoas. O manejo da cultura possui vários aspectos a serem observados e requerem a atenção para as ferramentas de avaliação e medidas de controle.

Conhecer o manejo da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.; Solanaceae), a biodiversidade através dos índices de diversidade da família de insetos nos dois sistemas de cultivo de tomate; os efeitos diretos e indiretos dos elementos climáticos sobre a dinâmica populacional da *T. absoluta*; bem como a bioatividade do Noni (*Morinda citrifolia* L.; Rubiaceae), no controle da traça do tomateiro (*T. absoluta*), foram os objetivos desta tese.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origens do tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae)

O tomateiro é originário do noroeste da América do Sul e sul da Colômbia, ao norte do Chile desde o litoral do Pacífico (considerando-se as ilhas Galápagos) até a Cordilheira dos Andes. Pode ser encontrado na forma silvestre, desde o nível do mar até 2.000 m de altitude, é considerada uma planta de clima tropical de altitude. As condições climáticas e ambientais no local de origem são adequadas para a cultura e se apresentam com temperaturas moderadas (média de 15°C a 19°C) e precipitações não muito intensas (GIORDANO e RIBEIRO, 2000; PHILOUZE, 2002; NAIKA et al., 2006).

O cultivo e domesticação foram realizados por tribos indígenas primitivas que habitavam a atual região do México (Giordano e Ribeiro, 2000; Philouze, 2002; Medeiros, 2007; Filgueira, 2007). A planta recebe a denominação de tomate a partir de nomes astecas como *jitomatle*, *tomatl*, *xitomate* e *xitotomate*, pelos quais a espécie era conhecida na língua asteca *Nahuatl* (Giordano e Ribeiro, 2000; Neitzke e Buttow, 2008; Alvarenga, 2013). O tomate cereja (*Solanum esculentum* var. *cerasiforme*) é possivelmente o ancestral mais próximo das cultivares atualmente plantadas (GIORDANO e RIBEIRO, 2000; SOUZA et al., 2012).

A espécie tomate se apresenta de diversas formas, tamanhos e cores variadas foram introduzidos no século XVI (entre os anos 1523 e 1554) na Europa, através da Espanha e depois levados para a Itália em 1544 e para a Inglaterra em 1597, passando em seguida para outros países da Bacia do Mediterrâneo e restante da Europa (PHILOUZE, 2002; FILGUEIRA, 2007; NEITZKE e BUTTOW, 2008).

Da Europa, a partir da Inglaterra, o tomate foi levado para os Estados Unidos por volta do ano de 1711 (Neitzke e Buttow, 2008). Nesses primeiros contatos, os frutos eram pequenos e propensos a perecibilidade, apodrecia em poucas horas depois de colhidos. Na Europa, à essa época, o fruto do tomateiro, foi associado à outra fruta da mesma família das solanáceas, a mandrágora, extremamente venenosa (ALVARENGA, 2004).

Alvarenga (2004) comenta que por volta de 1531, a corte espanhola, através de um edito real, liberou o uso da planta exclusivamente para ornamentação. Assim, do século XVI até o início do século XVII, o tomateiro foi cultivado nos jardins da Inglaterra, Itália, Espanha e França como planta ornamental pela beleza dos frutos.

A colheita total de tomate do Brasil atingiu 3.686.816 toneladas em 2015, de acordo com um relatório. Pelo IBGE - Automatic Recovery System (Sidra, 2016). Para 2016, a projeção foi para um 10 % de colheita menor, permanecendo em 3.311.956 toneladas. No que diz respeito à produtividade, em 2015, os agricultores colheram 64.817 quilos por hectare, de uma área de 56.880 hectares. Uma nova perspectiva de crescimento, em área plantada, é atingir mais do que 52.503 hectares, abaixo de aproximadamente 7,77%. Atualmente os principais estados produtores de tomate no Brasil são Goiás, São Paulo e Minas Gerais, que, juntos, dedicam mais de 33,6 mil hectares para a safra (ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS, 2016).

A estimativa da produção de tomates alcançou 4.003.503 toneladas em 2017, o estado de Goiás, produziu 1.141.048 toneladas, em uma área plantada de 13.194 hectares. São Paulo, com uma produção de 753 283 toneladas e Minas Gerais, com 745 600 toneladas figuram como segundo e terceiro maior produtor do País, respectivamente. O estado de São Paulo produz cerca de 12,0% do tomate industrial no Brasil, enquanto Goiás é o maior produtor, com 85,0% (IBGE, 2017).

Para enfatizar a importância da produção e comercialização desta cultura do tomate, uma cadeia consolidada comercializa os alimentos em *shopping center* e parques ou praças na forma *fast food*, utilizando essa olerícola nas formas industrializada e fresca, como molhos prontos para consumo e a utilização do tomate sob as diversas formas (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007; NEITZKE e BUTTOW, 2008).

O aumento do consumo por tomate foi reforçada pela busca de alimentos saudáveis, reforçando uma demanda para a venda do produto fresco. Em termos bioquímicos, o tomate é um alimento funcional devido aos altos teores de vitaminas A e C, além de ser rico em licopeno, antioxidante e anticâncer de próstata. Algumas pesquisas apontam que o consumo dessa substância, presente tanto no fruto fresco como no processado, ajuda na prevenção de cânceres além do câncer de próstata e principalmente aqueles relacionados ao sistema digestório (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007).

2.2 Biologia do tomateiro

O tomate pertence à ordem Tubiflorae, família Solanaceae e ao gênero *Solanum*, é uma planta arbustiva perene, mas que tradicionalmente se cultiva como anual devido à incidência de pragas, doenças e redução da produtividade. O ciclo de vida da espécie é variável, podendo produzir frutos maduros de 90 a 120 dias após a germinação da semente, ou

45 a 55 dias após o florescimento. O sistema radicular do tomateiro apresenta a raiz principal, raízes secundárias e raízes adventícias. A raiz principal da planta pode alcançar profundidade de até 1,5 m, mas cerca de 70% das raízes são encontradas a menos de 20 cm da superfície do solo (ALVARENGA et al., 2013).

O caule do tomateiro é pouco lignificado com aspecto herbáceo, apresentando sua superfície recoberta por pelos (tricomas). A planta desenvolve de seis a 12 folhas em filotaxia alternadas helicoidal (2/5), sendo que a partir de seis folhas a gema axilar na folha passa a desenvolver-se em inflorescência. As folhas são compostas por grande folha terminal com cerca de seis a oito folhas laterais, podendo estes serem recompostos. As bordas das folhas são recortadas, diversificando de acordo com a variedade. Assim como o caule, a epiderme das folhas é recoberta por tricomas, os quais têm papel fundamental na proteção do limbo foliar contra herbívoros e insetos pragas (SALAZAR, 2011).

As inflorescências do tomateiro são em forma de cimeiras ou racemos, apesar de ocorrerem modificações de acordo com a variedade (PRADEEPA, 2002). Na inflorescência ocorre a abertura de duas flores por vez. Quando as duas primeiras começam o processo de senescência, as duas próximas começam suas anteses florais. As aberturas dos botões florais se dão por volta de 6 horas e 30 min da manhã. As flores permanecem abertas até às 18 horas, fechando novamente, e no dia seguinte reabrindo no mesmo horário. A abertura floral tem duração de, aproximadamente, uma hora, já expondo as anteras da flor. O estigma da flor se mantém receptivo durante todo o período de abertura da flor (SILVA-NETO et al., 2013).

Os tomates são frutos do tipo baga, carnosa e succulenta, podendo ser de bi a plurilocular, dependendo da variedade. Eles podem pesar de 5 g das variedades de cereja a 500 g da variedade denominada dominador. O tempo estimado da flor auto-polinizada até a formação do fruto maduro é de sete a dez semanas de desenvolvimento, dependendo da variedade e aspectos nutricionais e climáticos (BOREM, 2004).

A planta pode desenvolver-se rasteiramente ao solo, ereta ou semi-ereta dependendo da variedade e da forma de cultivo. Estas características são definidas pelo hábito de crescimento do tomateiro, que pode ser do tipo: crescimento determinado e crescimento indeterminado. As variedades de crescimento determinado são caracterizadas pela ausência de dominância apical, assim, a planta desenvolve várias hastes principais e ramos florais, tendo seu tamanho e desenvolvimento limitados. As plantas desse grupo são utilizadas principalmente na produção de tomateiro rasteiro, uma vez que com desenvolvimento limitado, os aspectos fenológicos são mais homogêneos em toda a planta, sendo que ao final

do ciclo produtivo há maior quantidade de frutos maduros para serem colhidos em uma única etapa (ALVARENGA et al., 2013).

As variedades de crescimento indeterminado são caracterizadas pela dominância do caule principal (ou haste). Entretanto, ocorre a brotação de diversos ramos laterais nas 24 gemas axilares, característica esta que torna essencial a desbrota para não haver competição entre os ramos. Há produção de fruto em diversos estágios de maturação, prolongando a colheita dos frutos por maior período, além de permitir prolongar ou reduzir o ciclo produtivo da cultura de acordo com os interesses produtivos. A diversidade de variedades de crescimento do tomateiro apresentam diferenças morfofisiológicas que afetam o manejo produtivo da cultura, que irá refletir na quantidade de nutriente utilizada pela cultura até características dos frutos (FONTES et al., 2002).

2.3 Insetos-praga do tomateiro

O tomateiro é a espécie olerícola cultivada que está mais sujeita à ocorrência de problemas fitossanitários (FILGUEIRA, 2003), sendo intensamente atacado por insetos-praga durante todo o seu ciclo, desde a sementeira até a colheita dos frutos. A grande área foliar e o microclima favorável criado pelo tomateiro propiciam um ambiente ideal para o bom desenvolvimento de pragas e doenças (NAIKA et al., 2006).

No período vegetativo da cultura destacam-se os insetos-praga denominados de sugadores, como a mosca-branca: *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), os pulgões: *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) e os raspadores-sugadores conhecidos como tripses: *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) (Thysanoptera: Thripidae), dentre outros. Esse grupo de pragas é responsável por danos diretos e indiretos, especialmente pela capacidade de disseminação de viroses, as quais são consideradas fatores limitantes da produção, pois plantas infectadas não produzem frutos ou quando produzem, não atendem às exigências do mercado consumidor. A mosca-minadora, do gênero *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), também tem maior ocorrência durante o período vegetativo e alimenta-se do mesófilo foliar, causando redução da área fotossintética das folhas, o que interfere na capacidade de produção da planta (SOUZA; REIS, 2003; FORNAZIER et al., 2010).

Os tripses são importantes pragas e estão distribuídas por todo o mundo. São muito comuns em solanáceas e cucurbitáceas nas quais os danos típicos são o surgimento de manchas prateadas nas folhas e frutos, bem como pontos negros (fezes) e pequenas pústulas

formadas pela oviposição endofítica. A maior importância dos tripses como pragas do tomateiro se deve ao fato desses insetos serem vetores de viroses, como é o caso do vírus do vira-cabeça-do-tomateiro. A transmissão é do tipo circulativa propagativa, onde os vírus adquiridos não só circulam no corpo do vetor, como também se multiplicam antes de serem transmitidos para outras plantas (MICHEREFF FILHO et al., 2012).

Os tripses, os pulgões e a mosca-branca são transmissores de viroses que limitam ou inviabilizam a produção de tomate. As traças e a mosca-minadora ocorrem na cultura durante todo o seu desenvolvimento. A mosca-branca pode ocasionar perdas de até 100% na produção de tomate, sendo que os danos diretos são provocados pela sucção de seiva da região do floema e ação toxicogênica, resultando em amarelecimento irregular dos frutos e alterações na consistência da polpa (MEDEIROS et al., 2005).

Os danos indiretos estão relacionados à transmissão de geminivírus, cuja família é formada por quatro gêneros (*Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Topocuvirus* e *Begomovirus*). Entre eles o mais importante é o *Begomovirus*, pois possui várias espécies descritas em tomate no Brasil, destacando-se duas: *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) e *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV), esses vírus podem afetar diversos vírus de plantas, porém o principal hospedeiro é o tomateiro. Esses vírus causam amarelecimento e nanismo das plantas, além de enrugamento das folhas terminais (MATOS et al., 2003; EMBRAPA HORTALIÇAS, 2017).

Os pulgões são insetos sugadores de seiva, demonstram preferência por atacar brotações e folhas novas, que adquirem aspecto enrugado e deformado, prejudicando o desenvolvimento da planta, podendo levar à perda total das lavouras, sobretudo quando ocorre a transmissão de viroses, que comprometem totalmente as plantas (SILVA et al., 2013).

Uma mariposa que prejudica a tomaticultura é a broca-pequena-do-tomateiro - *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), considerada como uma das pragas chaves do tomateiro (JORDÃO & NAKANO, 2002). Pertencente à família Crambidae, esse lepidóptero é nativo da Região Neotropical. No Brasil, essa mariposa, *N. elegantalis* foi registrada inicialmente no Estado do Ceará, em 1922 e, desde então, tornou-se importante praga em quase todas as regiões produtoras do país. Ataca a cultura do tomateiro principalmente no período chuvoso do ano, onde as altas temperaturas e umidades relativas são mais favoráveis ao crescimento populacional da praga (MICHEREFF FILHO et al., 2012).

Outro lepidóptero da família Gelechiidae, que tem como planta hospedeira, o tomateiro e ataca todas as partes da planta é a *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) denominada como “traça do tomateiro”, pelo seu comportamento de alimentação, vem tendo seus registros

de incidência aumentados desde a década de 1980 no Brasil, é considerada uma das principais pragas, sendo esta o foco desta pesquisa (BORGONI; CARVALHO, 2006). A traça do tomateiro causa danos consideráveis, ataques intensos do inseto acarretam significativas perdas de produção e consequentes impactos econômicos e ambientais. (VILLAS BÔAS et al. 2009).

2.4 Traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

A identificação de um inseto é a chave na pesquisa de informações literárias ou na troca de informações sobre o organismo em questão, visando conhecer-se o ciclo de vida, modo de alimentação, comportamento, forma de postura, o habitat, hospedeiros e uma possível indicação de controle, no caso de tratar-se de um inseto-praga (CARRANO-MOREIRA, 2015).

A traça-do-tomateiro se constitui numa das pragas mais importantes do tomateiro, está presente nos principais países produtores de tomate da América Latina, ou seja, ocorre nos países andinos e também na Argentina, Uruguai e Brasil onde sua presença estabelecida, serve como um sinal de alerta da cultura do tomate, que é o seu principal hospedeiro. Não existe informação disponível que mostre claramente a rota de entrada da traça-do-tomateiro no Brasil, mas existem estudos que registram a constatação pela primeira vez no país em 1979, no município de Morretes no Estado do Paraná (SIQUEIRA et al., 2001; GHANIM e GHANI, 2014).

O registro oficial como praga no Estado de São Paulo foi no município de Jaboticabal em 1980 e no ano seguinte já foi constatada no Vale do Salitre no município de Juazeiro no estado da Bahia, disseminando-se rapidamente no Vale do Submédio São Francisco, em plantações de tomate rasteiro, incluindo o estado de Pernambuco. Durante este mesmo período foi constatada nos Estados de Minas Gerais e Ceará. Em apenas três anos após sua identificação em São Paulo, constatou-se a presença da traça-do-tomateiro em todas as regiões produtoras de tomate no país (SOUZA e REIS, 2000; HAJI et al., 2002; MEDEIROS, 2007; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

No histórico desse táxon em estudo, consta como nome popular de traça-do-tomateiro, e identificado como *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), e já teve outros nomes como sinonímia; foi originalmente descrita como *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick, 1917) Clarke, 1962; *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917); *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) Povolny, (1967), *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) Povolny (1987), afirma que a *Tuta*

absoluta pertencia originalmente ao gênero, *Phthorimaea*, à ordem lepidoptera, superfamília gelechioidea e família gelechiidae, *Phthorimaea absoluta* (Meyrick 1917), tendo como holótipo, um espécime adulto macho foi coletado em Huancayo, no Peru. Este espécime está depositado no museu: *Natural History Museum*, London, UK. O nome utilizado da espécie é atualmente *Tuta absoluta* (POVOLNY, 1994; OEPP/EPPO, 2005; USDA, 2011; FAUNA EUROPAEA, 2015).

A denominação do gênero desta espécie foi alterada três vezes: Clarke (1962) mudou o gênero para *Gnorimoschema* (Busck, 1900). Em 1967 Povolny, aplicando caracteres taxonômicos baseado na genitália, incluiu a espécie no gênero *Scrobipalpula* (Povolny, 1967). Após a revisão dos gêneros o *Gnorimoschenini* (Gelechiinae), o gênero *Scrobipalpuloidea* foi elaborado para colocar absoluta (Povolny, 1987). Desde 1994, o nome correto da espécie é *Tuta absoluta* (POVOLNY, 1994).

A Família Gelechiidae, é uma das maiores famílias de microlepidópteros, com 5.000 espécies descritas, representando 500 gêneros, em todo o mundo. Os adultos se apresentam com cores pouco vistosas, sendo a característica principal de reconhecimento, com relação a nervação da asa, os palpos longos e curvados para cima; terceiro segmento prolongado e achatado; AA (asa anterior) afilada no ápice; AP (asa posterior) com o formato trapezoidal, com o ápice pontiagudo e alongado e margem anterior ao ápice assume forma côncava, cujo contorno lembra o perfil da proa de um navio. A cabeça é revestida de escamas imbricadas; espirotromba mais ou menos alongada; palpos labiais geralmente longos e fortemente curvados para cima. Asas anteriores elipsoides ou lanceoladas, com a margem externa (*termen*) pontiaguda (MEDEIROS et al., 2009; FUJIHARA et al., 2011; CARRANO-MOREIRA, 2015).

Quase um terço dessas espécies pertence à fauna da região Paleártica. A região Neotropical abriga a segunda maior riqueza de espécies, cerca de 860 espécies, seguida pelas regiões Neártica, Australiana, Oriental e Afrotropical. Das 12 sinapomorfias consideradas para os Gelechioidea, duas são exclusivas da família: superfície ventral da asa anterior das fêmeas com uma fileira de escamas estreitas na veia radial; em vista ventral, porção mediana do gnato falciforme e curvada para baixo. Das quatro subfamílias reconhecidas, duas ocorrem no Brasil, Gelechiinae e Pexicopiinae. Quando em repouso, os adultos costumam manter a porção anterior do corpo erguida (DUARTE et al., 2013).

A partir da década de 1960, do último século, esta espécie chamou a atenção dos pesquisadores por ter um alto poder de destruição no cultivo do tomateiro no Peru, Chile, Colômbia, Argentina, Bolívia, Uruguai e Paraguai. Em vários países possui nomes diferentes

e peculiares, na Espanha, *cogollero del tomate*; *gusano minador del tomate*; *oruga minadora de hoja y tallo*; *perforador de las hojas del tomate*; *polilla del tomate*; *polilla perforadora*. Em Portugal, traça-do-tomateiro, na América do sul, especialmente na Argentina, *T. absoluta* (ESTAY, 2000; FLORES et al., 2003, EPPO, 2014).

2.5 Descrição do ciclo e biologia de *Tuta absoluta*

Estay (2000), através do Informativo INIA La platina, afirma que o ciclo do inseto depende da temperatura e varia conforme o local de distribuição, apresenta metamorfose completa, portanto, são holometábolos. O ciclo completo da traça-do-tomateiro dura em torno de 26 a 38 dias, conforme Tabela 1. Os ovos são colocados nas folhas, hastes, flores e frutos, porém as posturas concentram-se na parte superior das plantas, que apresentam folhas mais novas. Cada fêmea pode depositar de 55 a 130 ovos durante três a sete dias. Possuem um ciclo completo de aproximadamente 40 dias, e cada fêmea coloca, em média, 55 ovos (SILVA e CARVALHO, 2004; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Tabela 1 - Duração média do ciclo biológico de *Tuta absoluta* depende da temperatura.

Desenvolvimento	Duração dos dias		
	14°C	20°C	27°C
Ovo	14,1	7,8	5,13
Larva	38,1	19,8	12,2
Pupa	24,2	12,1	6,5
Total da duração ovo-adulto	76,4	39,7	23,8

Adaptado de Informativo INIA La platina (ESTAY, 2000).

A fase de ovo tem duração de três a seis dias. Após a eclosão, as lagartas penetram imediatamente no parênquima foliar, nos frutos ou nos ápices das hastes, onde permanecem por oito a 14 dias, quando se transformam em pupas (VILAS BÔAS et al., 2005; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Os ovos possuem formato elíptico (Figura 1) muito pequeno e inicialmente são de coloração branca brilhante ou amarela clara brilhante, passando a marrom ou avermelhada próximo à eclosão das lagartas, são depositados individualmente ou em grupos nas superfícies superior ou inferior dos folhas (HOSSAIN et al., 2016; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Figura 1. Ovos elípticos ovipositados sobre a folha de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)



Fonte: Foto do autor (BARROS, R. P.) – 2016.

O estágio de larva de primeiro instar é esbranquiçado logo após a eclosão, tornando-se rosa esverdeada do segundo ao quarto instares de acordo com o tipo de alimentação (folhas jovens ou fruta madura, respectivamente), são do tipo eruciforme, prognatas ou hipognatas (DUARTE et al., 2013). As lagartas apresentam coloração inicial branca tornando-se, posteriormente, verde-arroxeadas (OEPP/EPPO, 2005).

As lagartas possuem aparelho bucal mastigador, minam as folhas, perfuram o broto terminal, brocam os caules e atacam os frutos, são principalmente encontradas no folha mediano, pois as partes superiores estão mais susceptíveis a fatores climáticos, esta fase dura cerca de 14 dias, normalmente existem quatro estádios, Figura 2 (HOSSAIN et al., 2016; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Figura 2. Lagartas de *Tuta absoluta*.



Fonte: Foto do autor (BARROS, R. P.) – 2016.

O estágio pré-pupa desenvolve uma coloração rosa distintiva na superfície dorsal. Elas deixam as minas e constroem casulos de seda sobre os folhetos ou no solo, de acordo com o

habitat, principalmente, em folhas secas onde tecem um casulo esbranquiçado, permanecendo nessa fase em torno de seis a dez dias (FRANÇA et al., 2000).

Quando ocorre empupação das minas dentro dos frutos, a pré-pupa não constrói casulos. A fase de pupa dura de sete a 10 dias e ocorre principalmente nas folhas ou no solo e, ocasionalmente, nas hastes e frutos. As pupas são do tipo obtecta com coloração verde-clara no início (Figura 3), transformando-se em marrom escuro perto da emergência do adulto, sendo encontradas frequentemente nos folhas e no caule da planta hospedeira, envoltas por um casulo de seda esbranquiçado ou no interior das minas e dos frutos ou ainda no solo, com pupa nua (HOSSAIN et al., 2016; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Figura 3. Casulo e pupa, adulto da *Tuta absoluta* em criação no laboratório.



Fonte: Arquivo de (LIRA, A. C. B.) - (2016).

Após a fase de pupa, emergem os adultos, que são microlepidópteros (mariposas) de coloração cinza-prateada, com envergadura variando de 9 a 11 mm de comprimento (Michereff Filho e Vilela, 2001). As mariposas adultas apresentam-se com escalas prateado-cinza, antena filiforme e os segmentos alternados em tons claros e escuros, os palpos labiais recurvados que são bem desenvolvidos. Acasalam-se imediatamente após a emergência, voam e ovipositam predominantemente ao amanhecer e ao entardecer (HOSSAIN et al., 2016; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

Os adultos de *T. absoluta* são pequenas mariposas de coloração cinza-prateada, com asas franjeadas, antenas filiformes, palpos labiais recurvados e envergadura de 10-11 mm, (Figura 4). A emergência das mariposas da traça-do-tomateiro ocorre durante a noite, os adultos possuem hábito noturno e, durante o dia, permanecem ocultos na folhagem do tomateiro, eles chegam a viver até uma semana. Neste período visitam as plantas hospedeiras em florescimento para se alimentar e acasalamento, têm um vôo apressado e descontinuado, com hábito ao amanhecer e crepuscular (FRANÇA et al., 2000; TOŠEVSKI et al., 2011).

Figura 4. Adulto de *Tuta absoluta* na face superior da folha do tomateiro (*Solanum lycopersicum*).



Fonte: Foto do autor. BARROS, R.P. (2016).

2.6 Bioecologia do inseto

Os adultos em fase reprodutiva têm alto potencial biótico chegando até 12 gerações ao ano, as pupas de fêmeas podem apresentar uma maior duração na fase (oito dias). Os adultos apresentam longevidade média de 23,1 dias, não havendo diferença entre fêmeas e machos, esses valores dependem da planta hospedeira que influenciam no desenvolvimento do inseto (KAOUTHAR et al., 2010; CARVALHO e BOGORNİ, 2006).

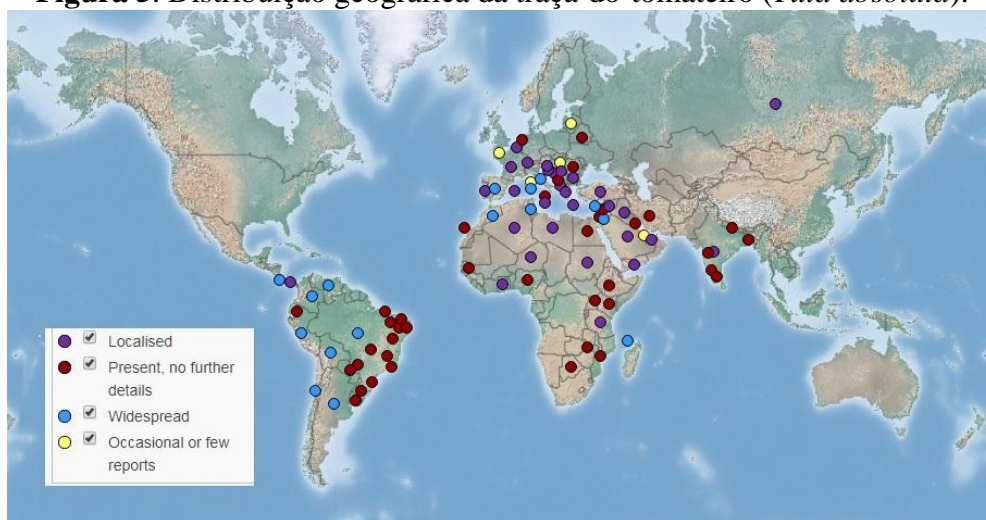
Os adultos possuem hábito noturno e, durante o dia, permanecem ocultos na folhagem do tomateiro. Ocorre durante todo o ano, especialmente no período mais seco, quase desaparecendo em períodos chuvosos. Lavouras irrigadas por aspersão convencional ou por pivô central são menos danificadas do que as irrigadas por sulco. Isto porque, a irrigação por aspersão derruba os ovos, larvas e pupas, reduzindo o potencial de multiplicação do inseto (GOMIDE et al., 2001; SANTOS et al., 2011).

2.7 Distribuição geográfica da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)

Embora *T. absoluta* já tenha sido encontrada no Japão atacando *Solanum lyratum*, foi uma ocorrência localizada (Clarke, 1962). Esta traça é nativa do Peru e provavelmente é generalizada em todos os países da América do Sul. Existem exemplares de *T. absoluta* do Distrito Federal, Goiás, Brasil na coleção do Museu de História Natural (Londres, Reino Unido). *T. absoluta* foi confirmado como presente no Quênia através de levantamentos de vigilância realizados pela ONPF-KEPHIS e o ICIPE organizações de investigação e KARI (IPPC, 2014).

A entrada de *T. absoluta* na Europa se deu através do território da Espanha, em *Castellon* no mês de junho de 2006, através de produtos oriundos vindos da América do Sul, em Portugal se deu no mês de maio de 2009, de material oriundo da Espanha, Figura 5 (URBANEJA et al., 2007; VIEIRA, 2008; RAMOS, 2015).

Figura 5. Distribuição geográfica da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*).



Fonte: Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/49260>. Acesso em 10 dez.2017.

A praga se expandiu para vários países da Europa e do Norte da África banhados pelo mar Mediterrâneo. Em sua trajetória de dispersão pelo mundo, *T. absoluta* alcançou também o continente asiático. Desta forma se estabeleceu nos seguintes países: Albânia, Alemanha, Arábia Saudita, Argélia, Bahrein, Bulgária, Chipre, Costa Rica, Croácia, Espanha, Egito, França, Grécia, Holanda, Irão, Iraque, Israel, Itália, Jordânia, Kosovo, Kuwait, Líbia, Lituânia, Macedônia, Malta, Marrocos, Níger, Panamá, Portugal, Reino Unido, Romênia, Rússia, Saara Ocidental, Senegal, Sérvia, Sudão, Suíça, Tunísia e na Turquia (DESNEAUX et al., 2010; MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

A *T. absoluta* foi transportada para a Argentina, do Chile em 1962, também um estudo realizado no Japão por Clarke (1962) registrou a presença de algumas microlepidópteras Gelechiidae família em *Solanum lyratum*, e, além disso, havia muitos gelechiídeos alimentando-se com outras plantas solanáceas e um destes é o gelechiídeo traça do tomateiro. Quanto à Turquia, o primeiro registro de *T. absoluta* foi feito em Esmirna em 2009, a praga rapidamente se espalhou para a Europa, África do Norte e Oriente Médio. Sua presença está confirmada em mais de 37 países da região ocidental *palaeartic* e pode invadir a Índia e a China até o final de 2016, era essa a previsão e depois confirmada (ABBES e CHERMITI, 2014; KILIÇ, 2010; EPPO, 2014).

2.8 A *T. absoluta* e os danos econômicos nos agroecossistemas

A traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) tem provocado danos econômicos à cadeia produtiva de tomate tanto indiretamente, com aumento do custo de produção, como diretamente, com a redução do valor comercial dos frutos ou pela inviabilização da cultura (SILVA e CARVALHO, 2004; MELO et al., 2009; KAOUTHAR et al., 2010).

Os danos têm afetado no aumento dos custos de produção e reduzido à margem de lucro dos agricultores, aumentando a vulnerabilidade do investimento diante da oscilação de preços do produto no mercado. No processamento industrial dos frutos, o aumento do custo de produção, devido à ação da traça conduz à redução da competitividade do tomate processado no país, tornando vantajosa a importação em detrimento da produção local, o que leva a redução nos contratos de produção, assim como redução na área total cultivada e redução do nível de emprego na região onde está localizado o agronegócio (FRANÇA et al., 2000; MELO et al., 2008; MARCHIORO et al., 2017).

2.9 Controle da *T. absoluta*

Dentro do Manejo integrado de Pragas – MIP aplicado à *T. absoluta*, existem várias táticas que requer um planejamento adequado dentro do agroecossistema em estudo. A integração dos métodos disponíveis para o controle de *T. absoluta* (químico, biológico, cultural e legislativo) elimina a dependência exclusiva de produtos químicos. A utilização de armadilha luminosa modelo "Luiz de Queiroz" para a captura de insetos praga se constitui numa estratégia viável para a redução dos custos de produção de algumas culturas, incluindo a *T. absoluta*, utilizando-se a lâmpada negra ou BLB, pode ser recomendada para programas de

Manejo Integrado de Pragas- MIP na cultura do tomateiro, auxiliando na supressão e monitoramento da população da traça-do-tomateiro, permitindo observar o momento exato de chegada da praga ao local do cultivo, bem como estudar a flutuação populacional do inseto. (OLIVEIRA et al., 2009).

O controle de *T. absoluta* é realizado pelos agricultores através de produtos químicos, caracterizado por aplicações sucessivas de inseticidas, que podem chegar a 36 pulverizações por cultivo. O uso de estratégias baseadas em feromônio é reconhecido como uma técnica de controle importante para *T. absoluta* (Cocco et al., 2013; Megido et al., 2013). Grandes avanços foram feitos no campo de semioquímicos para lidar com *T. absoluta*, especialmente feromônios sexuais que são atrativos importantes, para aniquilação dos machos, como um método de controle eficaz para a reprodução da praga (DESNEUX et al., 2010; GARZIA et al., 2012).

O uso convencional dos pesticidas sintéticos durante as últimas décadas e sua eficácia contra diferentes pragas levou a sua grande aceitação ao longo do mundo. No entanto, seu uso extensivo tem resultado em certos inconvenientes e riscos, incluindo, persistência, seletividade e toxicidade para inimigos naturais, resistência a pragas e poluição ambiental (LIETTI et al., 2005; KONA et al., 2014).

Vários estudos através do controle biológico, tem se tornado frequente no controle da *T. absoluta*, o uso do parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) (Hemiptera: Miridae), *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae), *Nabis pseudoferus* (Remane, 1949) (Hemiptera: Nabidae) que predam os ovos ou se alimentam da lagarta e os agentes entomopatogênicos, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e o *Bacillus thuringiensis* (MOLLA et al., 2011; CHERIF et al., 2013; SHALABY et al., 2013), têm representado um avanço em pesquisas de laboratório e inclusive reconhecido pelo ministério da agricultura pesca e abastecimento no Brasil (SCHOENLY et al., 2003; PRATISSOLI et al., 2005; GARCIA-DEL-PINO et al., 2013).

A traça-do-tomateiro no sistema agrícola possui alguns inimigos naturais que fazem um controle equilibrado da praga em sistemas de produção de tomate que utilizam conceitos de manejo integrado de pragas. O nível populacional de *T. absoluta* é relativamente mais baixo durante todo o desenvolvimento da cultura, quando comparado com as áreas onde inseticidas são utilizados indiscriminadamente. Cerca de doze espécies de parasitóides das famílias Bethyridae, Braconidae, Chalcididae, Eulophidae, Ichneumonidae, Mymaridae e Trichogrammatidae já foram registradas no Brasil. Os predadores mais comuns pode-se citar

vespas, formigas, o neuróptero *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) aranhas e percevejos das famílias Reduviidae, Pentatomidae e Nabidae (LANDIS et al., 2000; EMBRAPA, 2006; GONZALEZ-CABRERA et al., 2011).

O controle alternativo com o uso das plantas bioinseticidas para o controle da traça-do-tomateiro, tem se tornado promissor em vários estudos ao redor do mundo (BIRGUÇU et al., 2014). Vários extratos de plantas tem sido utilizados para o controle alternativo de insetos por apresentar toxicidade, a repelência e a deterrência, a exemplo de extratos aquosos de sementes, de folhas e de frutos de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae) sobre o curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819), (Lepidoptera: Pieridae). Esses extratos aquosos com concentrações de 3, 5 e 10%, obtidos por infusão do material biológico seco triturado em água destilada e filtrado (MATA e LOMONACO, 2013).

Conforme BRAGA et al. (2006) relatam a família Meliaceae que tem sido muito investigada como fonte de compostos com atividade bioinseticida sobre várias espécies de insetos-pragas, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) (Meliaceae), de origem asiática, é considerado a mais importante planta inseticida conhecida e utilizada em várias pesquisas, e sua atividade tóxica já foi registrada para mais de 400 espécies de insetos, das quais cerca de 100 ocorrem no Brasil (THOMAZINI, et al., 2000).

O uso da *A. indica* para o controle de insetos tem um valor considerável no manejo de várias espécies, seu uso no Brasil já é regulamentado pelo ministério de agricultura e abastecimento – MAPA, e com isso tem se expandido pelo País com disponibilidade de técnicas elaboradas de cultivo e obtenção de plântulas, visto ser uma espécie exótica (MARTINS et al., 2010; RODRIGUES et al., 2010).

3 ESPÉCIE FONTE DOS EXTRATOS - BIOINSETICIDA

3,1 Espécie Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae)

A espécie noni (*Morinda citrifolia* L.) (Rubiaceae) é uma planta comumente encontrada e originada no sudoeste da Ásia e distribuída através das atividades humanas para outras ilhas do oceano pacífico. Secretti et al. (2015) relatam que essa planta é bastante precoce e após a fase de produção de frutos ela se torna constante a sua produção durante o ano todo. A *M. citrifolia* tem uma abrangência desde a Índia através do Sudeste Asiático e da Austrália até a Polinésia Oriental e o Havaí. Mais recentemente, a planta foi introduzida em outras regiões com climas tropicais. Os nomes vernáculos comumente usados são "Indian

Mulberry", "Noni" e "Nonu"; na Austrália, a fruta é vulgarmente conhecida como "fruta de queijo"(WEST et al., 2011).

Sugere-se que as sementes de *M. citrifolia* foram distribuídas por flutuação no oceano e, provavelmente por aves e outros animais. As sementes são flutuantes devido a um saco de ar anexado em uma extremidade e podem germinar mesmo após longos períodos de deriva no mar. Alguns autores afirmam que essas plantas poderiam ter sido espalhadas naturalmente ao longo das ilhas do pacífico. Investigação filogenética na Nova Caledônia tem demonstrado que *M. citrifolia* está inserida dentro de um clado de espécies endêmicas do pacífico (BERG e FURUSAWA, 2007; BRITO et al., 2009).

Essa espécie *a M. citrifolia* L. cuja família Rubiaceae, abriga 6500 gêneros e 13000 espécies (Govaerts et al., 2007). O gênero *Morinda* compreende cerca de 80 espécies, que ocorrem exclusivamente em zonas climáticas tropicais Trata-se de uma árvore tipificada como um arbusto de três a seis metros de altura, com folhas ovadas e folhas veias profundas de 10 a 30 cm de comprimento. As flores tubulares são brancas. O fruto do noni é de formato ovoide, suculento e apresenta várias sementes triangulares de coloração vermelha (Matoso et al., 2013). Tem um formato incomum sendo ovoide coberto por seções em forma de poligonal, pode alcançar um comprimento de até 12 cm, quando imaturo é duro e tem uma cor verde-clara. Após o amadurecimento, os frutos tornam-se muito macios com um amarelo ou branco translúcido, tem um odor desagradável butírico e *cheesy* e sabor de sabão (SILVA et al., 2012; SOUZA et al., 2017).

O Noni, é usado há mais de 2.000 anos pelos polinésios, a *M. citrifolia* L., é conhecida também como amora indiana, é relatada em vários trabalhos no século passado (EUROPEAN COMMISSION, 2002; WU et al., 2015; USDA, 2017). Nos trópicos, medicinalmente, a planta normalmente é cultivada por suas raízes, folhas e frutas, as raízes desta planta são fontes de antraquinonas, por exemplo, o damnacantal é uma antraquinona que tem várias funções.

Os outros compostos de antraquinonas que estão presentes no sumo de noni são a rubiadina, o nor-damnacantal, a morindona (ZIN et al., 2011). A denominação botânica do gênero é devida à união das palavras latinas *morus* (amora) e *indicus* (Índia), justificada pela semelhança ao fruto de *Morus alba* L. O nome da espécie indica que a folhagem da planta é similar a alguns tipos de citros. Pertence à família Rubiaceae, mesma do cafeeiro, essa frutífera possui arquitetura de copa similar ao sistema radicular, sendo que a planta adulta atinge de três a dez metros de altura e permanece enfolhada o ano todo. Dependendo da

origem do material ou do local de cultivo, as plantas podem não desenvolver uma copa típica e permanecem com aspecto arbustivo (TOMBOLATO et al., 2005).

O fruto do noni (*M. citrifolia* L.) tornou-se uma promessa de cura para diversos tipos de doenças, que vão desde uma simples hipertensão arterial a tumores malignos; suscita até mesmo a cura de síndromes, ainda incuráveis como a AIDS e outras doenças virais (MCCLATCHEY, 2002; MARQUES, 2009).

Conforme Secretti et al. (2015), o fruto noni de gênero *Morinda*, surgiu de duas palavras em latim *morus*, amora, e *indicus*, na Índia, pois o fruto noni tinha semelhança ao da amora verdadeira (*Morus alba*), morfologicamente a planta apresenta flores e frutos durante todo o ano, sendo as flores pequenas e brancas; os frutos contêm muitas sementes, e tem um forte odor, quando colhida. O fruto chega a atingir cerca de quatro a sete centímetros, sendo inicialmente verde, mudando para amarelo e por fim, quase branco na época em que o fruto é colhido (Figura 6). Já o arbusto pode chegar de três a seis metros de altura.

Figura 6. Morfologia da planta apresentando o fruto do Noni e flores em evidência.



Fonte: Foto do autor (2015). Local: CECA/UFAL.

Embora bastante consumido na Ásia, há mais de 2000 anos, o fruto noni (*M. citrifolia* L.) é praticamente desconhecido no Brasil, a utilização deu-se há poucos anos e, ainda, não há material propagativo suficiente para o cultivo em escala comercial. O fruto é considerado um poderoso antioxidante natural e o seu consumo diário, na forma de suco, auxilia o sistema imunológico e aumenta a capacidade das células na absorção de nutrientes. Um dos principais componentes encontrados na fruta é a proxeronina, precursora do alcaloide xeronina que ativa as enzimas catalisadoras do metabolismo celular. O conhecimento popular defende a utilização do noni para prevenção e cura de algumas enfermidades, principalmente, no combate a dores, tumores, inflamações, hipertensão, fadiga, entre outros (SILVA et al., 2012).

A espécie *M. citrifolia*, tem sido relatada como possuindo atividades inibidoras de enzimas conversoras antioxidantes e Angiotensina. É uma planta comestível e o suco de frutas é uma bebida popular. Quase todas as partes desta planta têm algum valor medicinal E tem sido amplamente estudado fitoquimicamente (KOVENDAN et al., 2012; MATOSO et al., 2013; MORALES et al., 2010).

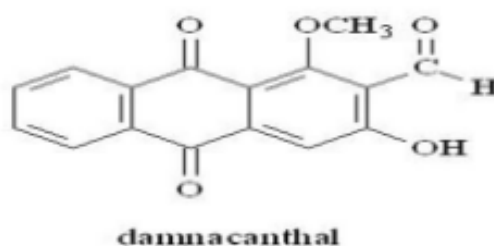
O noni tem uma longa história de uso como uma planta medicinal e tem sido usada para tratar uma grande variedade de doenças. Embora as aplicações tenham sido relatadas para todas as partes da planta, as folhas não tem o uso tradicional mais prevalente. Isso contrasta com o uso popular atual onde o suco de frutas é mais utilizado e menos comumente as folhas e raízes consumidos (KOVENDAN et al.,2012).

Com o uso etnobotânico e popular do noni, um número substancial de estudos biológicos e químicos foram formados nesta espécie que remonta a mais de 100 anos. Foram encontrados muitos metabolitos secundários de noni, incluem glicósidos de iridoid e triterpenoides, como o ácido ursólico, que são os principais constituintes do fruto, e uma série de antraquinonas, que se acumulam principalmente nas raízes, mas também foram encontrados em quantidades no fruto (PAWLUS e KINGHORN, 2017).

3.2 Fitoquímica do Fruto do Noni

Sang e Ho (2006), relatam as primeiras investigações fitoquímicas sobre *M. citrifolia* a partir dos metabólitos secundários em folhas, raízes e cascas. As raízes contêm um amplo espectro de antraquinonas, como a rubiadina, damnacanthal e alizarina-1-éter metílico, derivados de naftoquinona e esteróis, enquanto que vários iridoides, flavonol glicosídeos e triterpenos foram relatados a partir das folhas (Figura7).

Figura 7. Fórmula de antraquinona, encontrada na *Morinda citrifolia* L.



Fonte: Adaptado de (MOTSHAKERI; GHAZALI, 2015).

As culturas de células vegetais foram analisadas principalmente por suas capacidades de síntese de pigmentos antraquinoides. O interesse nos constituintes da fruta foi estimulado pela introdução de sucos de frutas como suplemento alimentar. Até agora, foram descritas várias classes de metabolitos, incluindo polissacarídeos, glicósidos de ácidos graxos, iridoides, antraquinonas, cumarinas, flavonóides, lignanos, fitoesteróis, carotóides e uma variedade de constituintes voláteis, incluindo monoterpenos e ácidos graxos de cadeia curta e ésteres de ácidos graxos (SANG et al., 2002).

A química da *M. citrifolia* revela os efeitos relacionados com atividade antibactericida, antioxidante, antiviral, antifúngica, antitumoral, anti-helmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imunoestimulante (WANG et al., 2002). Muitos estudos em todo o mundo têm caracterizado alguns produtos naturais com o intuito de identificar e quantificar os componentes bioativos destes vegetais a fim de utilizá-los na alimentação da população e, com isso, reduzir o risco do surgimento de doenças (NEVES, 2012).

Esta espécie botânica está bem adaptada nas diversas regiões do Brasil e como existe facilidade de cultivo, o preparo e uso de extratos aquosos e etanólicos podem ser indicados como uma forma alternativa viável para o controle da traça do tomateiro, especialmente para os pequenos produtores. Além disso, podem funcionar como atraentes ou repelentes de outros insetos, podendo ser empregados em sistemas de manejo integrado de pragas, no controle ou monitoramento das populações de insetos (NAVARRO-SILVA et al., 2009).

Os estudos sobre as propriedades medicinais da *M. citrifolia* L., tem alcançado uma relevância fundamental para fundamentar as pesquisas que avaliem os reais benefícios que este fruto pode trazer para a saúde e outras aplicações (WANG et al., 2002). KOVENDAN et al., (2012), relata que houve resultados significativos com extratos da folha do Noni na mortalidade das larvas dos insetos da ordem Diptera e família Culicidae: *Anopheles stephensi* Liston, 1901, *Culex quinquefasciatus* Say 1823, e *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762.

Choochote et al. (2004), levantam uma hipótese de que o ácido octanóico provoca um efeito neurotóxico na fisiologia dos insetos, embora, não tenha estudado profundamente o assunto. Morales et al. (2010), testaram vários extratos vegetais sobre larvas do mosquito da dengue *Aedes aegypti* (Diptera: calcididae), obtendo resultados significativos nas CL₅₀ e CL₉₀ quando utilizou o extrato etanólico do noni.

Santos (2012), estudou a ação de vários extratos vegetais, incluindo o noni, sobre lagartas que atacam o milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae), em dietas contendo diferentes concentrações, e verificou que afetaram significativamente a duração larval, pupal e provocou elevada mortalidade larval.

Quanto às pupas macho e fêmea, somente o extrato de juá (*Ziziphus joazeiro* Martius; Rhamnaceae) reduziu o peso. No segundo, a ingestão de extrato de noni (*M. citrifolia*) elevou a mortalidade larval, mas não alterou a duração larval. Os extratos de pinha (*Annona squamosa* L.; Anonaceae), noni e algodão de seda (*Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton); Apocynaceae) demonstraram maior atividade inseticida sobre lagartas de *S. frugiperda*, mas o extrato de pinha foi o mais efetivo.

Silva et al. (2015) relataram em seu trabalho a aplicação de vários extratos vegetais em bioensaios com mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata* (Wied. 1824) (Dipera: Tephritidae), as larvas ao ingerirem o extrato de algodão-de-seda (*C. procera*) e noni (*M. citrifolia*) não causou significativas mortalidades das larvas. Mas quando utilizou os tratamentos juazeiro (*Z. joazeiro*) e tingui (*Magonia pubescens* A. St. Hil. Sapindaceae), os valores de E% foram elevados (98,6 e 60,8%, respectivamente). Lacerda et al. (2014) abordou a bioatividade do noni (*M. citrifolia*) em *Artemia salina* Leach. (Ordem Anostraca) como organismo teste, para a avaliação da sua toxicidade, obtendo resultados significativos para este organismo.

4 OS FEROMÔNIOS NA AGRICULTURA

4.1 Os semioquímicos

A origem semântica da palavra semioquímico está relacionada etimologicamente com o vocábulo grego *seméion*, que significa sinal, portanto, são designados de semioquímicos, os compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos. Possuem duas classificações; a primeira está relacionada com a espécie do emissor e do receptor do sinal químico, e a segunda, de acordo com os resultados decorrentes desta comunicação (ZARBIN et al., 2009).

Os insetos reconhecem vários tipos de feromônios, através dos comportamentos que estes compostos produzem no receptor da mensagem. Os mais comuns mediados por feromônio são: a atração de indivíduos do sexo oposto para acasalamento, a agregação de indivíduos de ambos os sexos para um local específico para alimentação e/ou de acasalamento, através de feromônios de agregação; formação de trilhas, de territorialidade, de alarme, de dispersão e de oviposição. Além destes, insetos sociais utilizam uma variedade de feromônios para organizar as atividades na colônia. Os feromônios sexuais e de agregação tem sido mais estudados, pois melhor se enquadram em estratégias de controle de pragas (BOARETTO e BRANDÃO, 2000; JURENKA, 2004).

Geralmente são as fêmeas que liberam compostos voláteis de uma glândula tipicamente localizada na extremidade do abdome. Na ordem Lepidoptera, os feromônios sexuais foram identificados em mais de 100 espécies, sendo poucos os casos de liberação por machos. Em algumas espécies ocorre um sistema duplo, no qual ambos os sexos emitem substâncias químicas causadoras de agregação, possibilitando a cópula, como é o caso de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae). Naturalmente quando ocorre agregação aumenta-se a possibilidade de cópula. Assim, os feromônios sexuais e de agregação estão intimamente relacionados. Feromônios de agregação são comuns em himenópteros sociais, em baratas e em besouros, como escolítídeos (BOARETTO e BRANDÃO, 2000).

Para o monitoramento de insetos-praga, através de feromônios sexuais, os elementos táticos podem auxiliar a decidir quando, onde e quanto aplicar o inseticida. A técnica emprega armadilhas contendo quantidades diminutas de feromônio, para atração de machos ou fêmeas. Dependendo da quantidade de machos ou fêmeas capturadas, decide-se pela aplicação ou não do inseticida. Experimentos têm demonstrado que estimativas da população de praga no campo podem ser feitas a partir das coletas das armadilhas. Por exemplo, para a lagarta rosada, em Israel, uma armadilha com 2 mg de feromônio sexual Gossyplure é suficiente para monitorar 5 ha por um mês, implicando em significativo controle (de 30% de dano para 0) com sensível redução do número de aplicações (de 10 a 15 para 1 ou 2) em épocas estratégicas (BOARETTO e BRANDÃO, 2000).

Os insetos empregam odores ou sinais químicos para promoverem a comunicação entre indivíduos da mesma espécie ou reagir à presença de outros de outra espécie. As informações são trocadas através dos infoquímicos, desencadeia uma série de comportamentos nos insetos, incluindo a aproximação, alarme e recrutamento (VILELA e DELLA LUCIA, 2001).

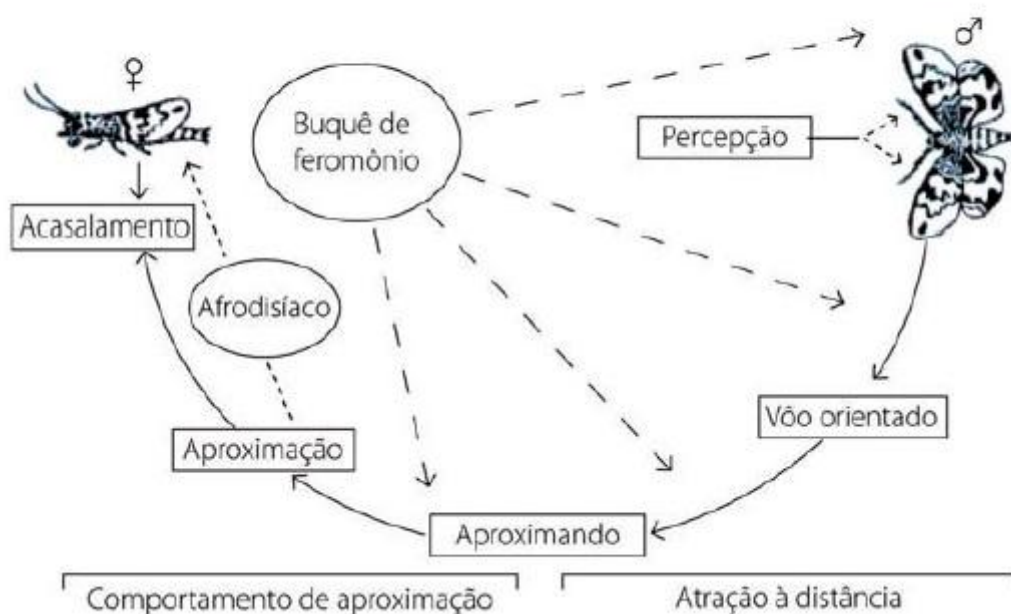
Desde a utilização do primeiro feromônio isolado de uma espécie do bicho-da-seda *Bombyx mori* Linnaeu (Lepidoptera: Bombycidae), denominado de Bombicol, quando foi isolado um álcool de cadeia longa liberado pelas fêmeas para atrair os machos para o acasalamento, tem sido usado até os dias atuais (PATRÍCIA e CORREA, 2004).

A resposta comportamental produzida pelos feromônios pode ser classificada em: sexuais, de agregação, de dispersão, de alarme, de territorialidade, de marcação de trilha e de postura (MELO et al., 2011).

Os feromônios sexuais na ordem Lepidoptera, são constituídos por uma mistura de compostos químicos, com funções específicas, incluindo acetatos, alcoóis e aldeídos, variando

entre as espécies (Lima e Della Lucia, 2001). Esses compostos atraem os espécimes do sexo oposto que se encontram distantes, enquanto que outros atuam quando os parceiros estão próximos. Os feromônios motivam os insetos a terem uma série de comportamentos, com a liberação de componentes afrodisíacos até a consumação do acasalamento (Figura 8) (BADJI et al., 2003)

Figura 8. Sequência comportamental mediada pelo feromônio em machos da ordem Lepidoptera.



Fonte: (Adaptada de Audemard, 1989; apud ARIOLI et al., 2013).

Quando se utiliza armadilhas de feromônios sexuais sintéticos para o monitoramento de insetos, o foco geralmente é: detectar a presença de insetos; conhecer as suas flutuações populacionais; e conferir se existe a necessidade de aplicar medidas de controle. Mas apenas quando os feromônios sexuais sintéticos estão disponíveis aos sistemas de produção, é que tornam-se viáveis a sua inclusão nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (BOTTON et al., 2005; KOVALESKI e RIBEIRO, 2002).

Segundo Ringenberg (2004), essas armadilhas promovem capturas seletivas, são de baixo custo para a aquisição e capazes de detectar a espécie praga, mesmo quando incide em baixa infestação. Possuem vantagens quando comparadas às armadilhas luminosas e àquelas

que usam atrativos, as quais apresentam inconvenientes de não serem seletivas e de terem necessidade de água, energia ou de outros complementos para seu perfeito funcionamento.

Mas, no entanto, o monitoramento de indivíduos da ordem lepidoptera com armadilhas de feromônio sexual produz informações indiretas e pouco precisas, pois geralmente se destina à captura de machos adultos, raramente de fêmeas, que são as que realizam posturas, originando lagartas, que são as responsáveis pelos danos nos pomares. Dessa forma, é importante conhecer a correlação existente entre capturas de machos adultos nas armadilhas e o potencial dano da praga, sincronizando as medidas de controle do inseto alvo (BENTO, 2001).

No ambiente agrícola ou agroecossistema a diversidade é reduzida, o monocultivo em grandes extensões favorece o desaparecimento de muitas espécies de insetos, principalmente os herbívoros monófagos ou especializados, insetos que se alimentam somente de uma fonte de alimento vegetal. Com a diminuição da diversidade de insetos herbívoros também diminui a diversidade de inimigos naturais. Neste momento se estabelece o inseto-praga; geralmente uma espécie polífaga, que passa a se alimentar da espécie vegetal que está sendo cultivada, que possui uma alta taxa de reprodução e que é favorecida pela quase total ausência de predadores. Neste cenário de grande oferta de alimento e ausência de fatores limitantes, o crescimento populacional deste inseto é quase incontrolável (ZARBIN et. al., 2009).

5 INDICES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA

Nos agroecossistemas os insetos são excelentes na fertilização cruzada e inimigos naturais da praga na cultura, desempenham outros serviços, como herbívoros, ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhora a qualidade da água e do solo, interagem com outros artrópodes, são bioindicadores e auxiliam no controle biológico da cultura (MELO et al., 2001).

O levantamento de insetos-praga e inimigos naturais e/ou polinizadores pode ser feito por leitura direta no cultivo ou por meio do uso de armadilhas. O uso de *pantraps* é a maneira menos onerosa para a maioria dos artrópodes. Para monitorar muitos dos inimigos naturais de pragas e polinizadores as alternativas são poucas, mas se tornam complexas e mais exigentes em conhecimento, pois requer maior tempo para identificação do inseto (MELO et al., 2001).

Quando se tem sistemas agrícolas mais diversificados com o uso de plantas bem estabelecidas, as populações de insetos fitófagos tendem a ser menores do que em sistemas

homogêneos devido à maior abundância, maior fartura de alimento disponível para os insetos e diversidade e eficiência dos inimigos naturais (UNSICKER et al., 2008).

Essa grande diversidade de plantas associadas aos cultivos fornecem alimentos alternativos como pólen e néctar e presas alternativas aos insetos entomófagos, principalmente generalistas, fazendo-os permanecer no campo nos períodos em que as comunidades e a população da presa principal estão em declínio. Neste sentido uma maior diversidade da entomofauna nos biomas brasileiro, como o cerrado, caatinga e áreas agrícolas funcionando como insetos praga ou polinizadores (TRINDADE et al., 2004; FRIZZAS et al., 2008).

A fauna de insetos de cada região tem sua composição adaptada e responde diferencialmente à área, distúrbios e vários fatores micro-ambientais, em parte devido às diversas espécies comuns ou dominantes e também à presença de diferentes recursos das plantas (BROWN JUNIOR e FREITAS, 2002; DESSUY e MORAIS, 2007).

. Conforme Büchs (2003), os insetos generalistas são frequentemente capazes de usar diferentes tipos de habitat com eficácia. As populações de insetos geralmente possuem elevadas densidades e diversidade, além de desempenhar importante papel no funcionamento dos ecossistemas, atuando como predadores, parasitas, detritívoros, polinizadores etc, fazendo parte de uma intrincada rede trófica.

Conforme Marti e Garcia-Alvarez (2002), a diversidade não está correlacionada à densidade de indivíduos na população, mas sim ao conjunto de espécies e o seu número de representantes. Uma das maneiras de quantificá-la é por meio da contagem das espécies presentes nas amostras, pois a diversidade é a própria riqueza de espécies na área. E se torna um parâmetro possível de ser mensurado, cujos valores encontrados podem ser explicados por uma série de teorias e expressões matemáticas (BEGON et al., 2006)

A diversidade é composta por dois elementos: a variedade e a abundância relativa das espécies. Segundo (Santos, 2003), na maioria das vezes os estudos de diversidade estão relacionados aos padrões de variação espacial e ambiental.

A biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes informações biológicas quanto à abundância relativa (equitabilidade) das categorias escolhidas para o estudo. Incluindo variabilidade ao nível local (alfa diversidade), complementariedade biológica entre habitats (beta diversidade) e variabilidade entre paisagens (gama diversidade) (RODRIGUES, 2016).

Para facilitar estes estudos, existem alguns softwares à disposição na rede mundial de computadores, nestes, as equações foram convertidas em algoritmos e testadas através de

dados reais, oriundos de artigos científicos da área de entomologia, botânica e zoologia, permitindo uma aferição maior dos cálculos. O software tem distribuição Freeware e juntamente a ele é disponibilizado um arquivo de ajuda e um guia do usuário no endereço eletrônico do projeto “Entomologistas do Brasil” conforme (RODRIGUES, 2016).

Para trabalhar com os índices faunísticos o entomologista dispõe de diversos índices e fórmulas para identificar a leitura dos dados, os mais utilizados são: Shannon-Wiener, Dominância de Simpson, Diversidade de Margalef (riqueza de espécies), Equitabilidade de Pielou, dentre outros índices importantes para o uso conforme as necessidades do estudo, como Gleason, Menhinick, McIntosh, Diversidade Total, Dominância de Berger-Parker, Equitabilidade J, Equitabilidade ED, Equitabilidade Hill (Modificado) e Riqueza de Espécies Jackknif e 1ª Ordem. Além desses outros também importante para o planejamento agrícola (RODRIGUES e SILVIE, 2016).

5.1 Índice de Margalef ($D\alpha$)

$$I = \left[\frac{(n-1)}{\ln N} \right] \quad (1)$$

Onde I é a diversidade, n é o número de espécies presente, e N é o número total de indivíduos encontrados (pertencentes a todas as espécies). A notação \ln denota o logaritmo neperiano do número. O sistema de logaritmos neperianos possui como base o número irracional e ($e = 2,718\dots$). Esse sistema também é conhecido como sistema de logaritmos naturais, com a condição $x > 0$. Valores inferiores a 2,0 são considerados como denotando áreas de baixa diversidade (em geral em resultado de efeitos antropogênicos) e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade.

5.2 Índice de Shannon-Wiener (H')

O índice de Shannon (também chamado de índice Shannon-Weaver ou de índice do (Shannon-Wiener) (H') é um dos diversos índices da diversidade usados para medir a diversidade em dados categóricos. Serve para verificar a informação entrópica da distribuição, tratamento as espécies como símbolos e os tamanhos da respectiva amostra como uma probabilidade. Ele expressa o grau de incerteza que existe em se predizer a qual espécie pertence um indivíduo escolhido ao acaso em uma comunidade contendo “ S ” espécies e “ N ” indivíduos. Assim, quanto maior for essa incerteza, maior será o valor do índice e maior será a diversidade da amostra. Numericamente, o índice de Shannon-Wiener varia entre 0 e valor

máximo qualquer. O índice de Shannon-Wiener será igual a zero somente quando houver uma única espécie na amostra e assumirá seu valor máximo, somente quando todas as espécies existentes na amostra apresentarem o mesmo número de indivíduos.

ZANZINI (2005) descreve que na prática, os valores assumidos pelo índice de Shannon-Wiener situam-se entre 1,5 e 3,5 e só raramente ultrapassam o valor de 4,5. É dado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (2)$$

Onde:

n_i - O número dos indivíduos em cada espécie; a abundância de cada espécie.

S - O número de espécies. Chamado também de riqueza.

N - O número total de todos os indivíduos

p_i - A abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade:

5.3 Índice de Simpson (Ds)

Outro índice utilizado para medir a diversidade de espécies, pertence ao grupo das medidas de dominância, uma vez que dão mais peso para as espécies comuns. O mais utilizado é o índice de Simpson (Ds). Um inconveniente matemático do índice de diversidade proposto por Simpson é que ele fornece uma medida inversa da diversidade, isto é, quanto maior o valor assumido pelos índices, menor é a diversidade. De acordo com este índice, a probabilidade de dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade pertencerem à mesma espécie é dada pela equação abaixo: onde S é o número de espécies, N é o total de organismos presentes (ou unidades quadradas) n é o número por espécies (BEGON et al., 2006; SANTOS, 2003).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (3)$$

5.4 Índice de Pielou (Equabilidade) (E')

A equabilidade (E'), também conhecida como índice de equabilidade de Pielou, é um componente do índice de diversidade de Shannon-Wiener que reflete a forma através da qual os indivíduos encontram-se distribuídos entre as diferentes espécies presentes na amostra. O índice de Equabilidade pertence ao intervalo $[0,1]$, onde $[1,0]$ representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes em que: $H_{\text{máx}} = \ln(S)$. J = Equabilidade de Pielou S = número total de espécies amostradas. H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver.

$$J = \frac{H'}{H \text{ max.}} \quad (4)$$

onde:

E' = índice de equabilidade

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

S = número total de espécies presentes na amostra

\ln = logaritmo neperiano (base e)

5.5 Índice de Jaccard (S_J)

O índice de Jaccard foi utilizado em 1908 pelo francês P. Jaccard, em estudos sobre a distribuição de plantas ao longo de gradientes ambientais. Constitui um dos índices de similaridade mais amplamente empregados em ecologia de comunidades. Compara qualitativamente a semelhança de espécies que existe entre amostras sucessivas retiradas em intervalos espaciais e temporais ou ao longo de um gradiente ambiental. É um coeficiente binário baseado, unicamente, na relação presença-ausência das espécies nas amostras comparadas (ZANZINI, 2005).

Quantitativamente, o índice de Jaccard varia entre 0 (comunidades totalmente diferentes quanto à composição de espécies) e 1 (comunidades totalmente semelhantes quanto à composição de espécies) e é dado pela seguinte fórmula:

$$S_J = \frac{c}{a + b - c} \quad (5)$$

onde:

S_J = índice de similaridade de Jaccard

a = número total de espécies presentes na amostra “a”

b = número total de espécies presentes na amostra “b”

c = número total de espécies comuns às amostras “a” e “b”

Virginio et al. (2016), abordam que quanto maior o conhecimento sobre a fauna de uma área, melhores serão as estratégias para sua conservação, sobretudo dos ecossistemas nordestinos, onde há escassez de estudos. Conhecer o ambiente e discutir estratégias, para tomadas de decisão ou planejamentos em uma área, aumenta o valor de importância dos insetos que fazem um bioequilíbrio no agroecossistema, pois são auxiliares na proteção de culturas na agricultura, com as funções de predadores, parasitoides, polinizadores e decompositores (COUTINHO, 2007).

Segundo Mendes et al. (2008), os índices de diversidade apresentam infinitas combinações de riqueza de espécies e equabilidade. Dessa forma, pode-se obter o mesmo valor de índice de diversidade para duas comunidades diferentes em riqueza de espécies e equabilidade. Seguindo esse raciocínio, um determinado índice de diversidade pode indicar que a comunidade A é mais diversa que B, enquanto outro índice indica o oposto. A diversidade é definida como um conjunto de procedimentos estatísticos multivariados que informam diferentes características da estrutura de comunidades biológicas (RICOTTA, 2005).

Seguindo o conceito clássico de Whittaker (1972; 1977), a diversidade α (alfa) se constitui no número de espécies (riqueza) em fragmentos homogêneos de um tipo de habitat ou ambiente. WHITTAKER et al. (2001) e TUOMISTO et al. (2010) abordam a hierarquização na teoria da diversidade das espécies e afirmam que a diversidade β (beta) é a diferença na composição de espécies entre diferentes habitats ou ambientes justapostos e localizados na mesma paisagem; e a diversidade γ (gama) é a diferença na composição de espécies entre mesmos habitats ou ambientes isolados geograficamente.

6 REFERÊNCIAS

- ABBES, K., CHERMITI, B. Propensity of three Tunisian populations of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) for deuterotokous parthenogenetic reproduction. **African Entomology** 22(3): 538–544 (2014). DOI.ORG/10.4001/003.022.0410.
- WU, Y.; GIRMA, S.; SILVA, V. M.; PERRY, B.; HU, X.; TAN, G. T. The Role of Endophytic Fungi in the Anticancer Activity of *Morinda citrifolia* Linn. (Noni). **Hindawi Publishing Corporation**. Volume 2015, 8 p. DOI.ORG/10.1155/2015/393960.
- ALVARENGA, M. A. R.; MELO, P. C. T.; SHIRAHIGE, F. H. Cultivares. In: ALVARENGA, M. A. R. **Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2ª Ed. Lavras. Editora Universitária de Lavras, p. 49- 59, 2013.
- ALVARENGA, M. A. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. UFLA, Lavras, 2004. 393p.
- ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; MAFRA-NETO, A.; MOLINARI, F.; BORGES, R.; PASTORI, P.L. **Feromônios sexuais no manejo de insetos-praga na fruticultura de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2013. 58p. (Epagri. Boletim Técnico, 159).
- ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS. Hortaliças. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p. 2016
- BACCI, L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2006.
- BADJI, C. A.; EIRAS, A. E.; CABRERA, A.; JAFFE, K. Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 221-229, June 2003.
- BENTO, J.M.S. Fundamentos do monitoramento, da coleta massal e do confundimento de insetos-praga. In: VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos; biologia química e emprego no manejo de pragas**. 2.ed. Ribeirão Preto: Holos. p.135-144. 2001.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4. ed. Malden: Blackwell Publishing, 2006. 738 p.
- BERG, J. T.; FURUSAWA, E. Failure of Juice or Juice Extract from the Noni Plant (*Morinda citrifolia*) to Protect Rats Against Oxygen Toxicity. **Hawaii Medical Journal**. Feb. 2007, Vol. 66 Issue 2, p41-44. 4p. 2 Charts.
- BENVENGA, Sérgio Roberto; Fernandes, O. Aparecido; Gravena, Santin. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilha com feromônio sexual. 25.ed. Brasília: **Horticultura Brasileira**, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362007000200007>. Acesso em: 29 mai.2016.

BİRGÜCÜ, A. K., CELİKPENÇE, Y., BAYINDIR, A., KARACA, I. Growth inhibitory effects of bio- and synthetic insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Türk. entomol. derg.** 38 (4): 389-400. 2014.

BOARETTO, M. A. C.; BRANDÃO, A. L.S. **Utilização de Feromônios no Controle de Pragas.** Vitória da Conquista, BA. Maio/2000. Disponível em:<
http://www.uesb.br/entomologia/ferom.html> Acesso em 01 mai. 2017.

BOITEUX, L. S.; MELO, P.C.T.; VILELA, N. J. Tomate para Consumo *in natura*. p. 557-567. In: ALBUQUERQUE ACS; SILVA AG (eds). **Desenvolvimento da Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas.** Brasília, DF: Embrapa, volume 1. 2008.

BORGONI, P. C.; CARVALHO, G. S., Biologia da *Tuta absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares de *Lycopersicon esculentum* mil, Bioikos, Campinas, jul/dez, 2006.

BOREM, A. Cultivares e Genes: entidades distintas e essenciais a agricultura. **Biociência & Desenvolvimento**, n. 32, p. 61-63, 2004.

BOTTON, M.; KULCHESKI, F.; COLLETTA, V.D. et al. Avaliação do uso do feromônio de confundimento no controle da *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro. **Idesia**, v.23, n.1, p.43-50, 2005.

BRAGA, P. A. C. et al. Demmarane triterpenes from *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart (Meliaceae): their chemosystematic significance. **Biochemical, Systematics and Ecology**, v.34, n.4, p.282-290, 2006.

BRITO, D. R. B.; FERNANDES, R. M.; FERNANDES, M. Z. L. M. C.; FERREIRA, M. D. S.; ROLIM, F. R. L.; SILVA FILHO, M. L. Atividade anti-helmíntica dos extratos aquoso e etanólico do fruto da *Morinda citrifolia* sobre *Ascaridia galli*. **Rev. Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal**, v. 18, n. 4, p. 32-36, out.-dez. 2009.

BROWN JUNIOR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation**, New York, v. 6, n. 4, p. 217-231, 2002..

BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.98, p.35-78, 2003.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: manual de coleta e identificação.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369p.

CARVALHO, G. S., BOGORNÍ, P. C. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares *Lycopersicon esculentum* Mill. Bioikos. Campinas. 20(2): 49-61, julh/dez, 2006.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G.; Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil.** Ano 6. Vol. Junho, 2007.

- CHERIF, A., MANSOUR, R., GRISSA-LEBDI, K. Biological aspects of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in conditions of Northeastern Tunisia: possible implications for pest management. **Environmental and Experimental Biology**. 11: 179–184. 2013.
- CHOOCHOTE, W. B. T.; DUANGTA, K.; EUMPORN, R.; UDOM, C. P.; CHAIWONG, A. A.; JITPAKDI, P. T.; DOUNGRAT, R.; PITASAWAT, B. Potential of crude seed extract of celery *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera:Culicidae). **J. Vec. Ecol.** 29: 340-346. 2004.
- COUTINHO, C. **Artrópodes Auxiliares na Agricultura**. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte. Lisboa. 120p. 2007
- CLARKE, J. F. New species of microLepidoptera from Japan. **Entomological News** 73, 102. 1962.
- CLARKE, J. F. Microlepidoptera of Juan Fernandez Island. **Proceedings of the United States Natural Museum**, Washington, DC, v. 117, p. 1-606, 1965.
- COCCO, A.; DELIPERI, S.; DELRIO, G. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. **Journal of Applied Entomology**, 137(1/2):16-28. 2013.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 38, n. 4, p. 547-552, Oct.-Dec., 2016.
- DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; WYCKHUYS, K.A.G.; BURGIO, G.; ARPAIA, S.; NARVÁEZ-VASQUEZ, C. A.; GONZALEZ-CABRERA, J.; RUESCAS, D. C.; TABONE, E.; FRANDON, J.; PIZZOL, J.; PONCET, C.; CABELLO, T.; URBANEJA, A. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 83, p. 197- 215, 2010.
- DESSUY, M. B., MORAIS, A. B. B. Diversidade de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** Mar - June 23 ; 24(1): 108-120. 2007.
- DUARTE, M. V. A. C. **Novas pragas agrícolas na Ilha de S. Nicolau - Cabo Verde: *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) e *Bactrocera invadens* (Drew, Tsuruta & White) (Dipt.: Tephritidae)**. Tese de Mestrado, 65 pp., ISA, Lisboa, 2013.
- EMBRAPA.HORTALIÇAS. **Pragas - Traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*)**. Embrapa Hortaliças – Sistema de Produção. 1ª e 2ª edição. 2006. (Versão eletrônica).
- EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para Industrialização**. Embrapa Hortaliças – Sistema de Produção. 1ª e 2ª edição. 2006. Disponível em:<
[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/au](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/autores.htm)
[tores.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/au)>. Acesso em 30 agost. 2017.
- EMBRAPA. **Agroecologia 2017: Biodiversidade funcional no controle biológico de pragas é tema de painel**. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/)

/noticia/27468659/agroecologia-2017-biodiversidade-funcional-no-controle-biologico-de-pragas-e-tema-de-painel. Acesso em jan. 2018.

EPPO. *Tuta absoluta* EPPO. **Reporting Service, No. 2014/015**. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2014.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, p.35–43, 2001.

EUROPEAN COMMISSION. Health & Consumer Protection Directorate-General. Scientific Committee on Food. **Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni® juice**. Brussels – Belgium. 2002.

ESTAY, P. Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Santiago. Instituto de Investigações Agropecuárias, (**Informativo La Platina**, 9). 4 p. 2000.

FAOFAST. **Food Agriculture data**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em 28 agost. 2017.

FAUNA EUROPAEA. *Tuta absoluta*. Disponível em: http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=437582. Acesso em 12 mai. 2015.

FERREIRA, T. C.; NASCIMENTO, D. M.; SILVA, E. O. Métodos alternativos para controle de insetos-praga em sementes. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 1, p. 112-119, jan./mar. 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas** – Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA. 2003. 333p.

FLORES, L.V.; GILARDÓN, E.; GARDENAL, C. N. Genetic structure of populations of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Basic and Applied Genetic**, Buenos Aires, v. 15, p. 29-32, 2003.

FORNAZIER, M.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D. S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo. In: Incaper. **Tomate**. Vitória: Incaper, 2010, p. 185-226.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa. Viçosa: aprenda fácil**, 2002. 197p.

FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. Manejo integrado de pragas, In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. p. 112-127.

FRANÇA, S. S.; SILVA JÚNIOR, A. B.; ALMEIDA, E. T. B.; COSTA, K. D. S.; CARVALHO, I. D. E.; LAGES, A. M. G. Análise do volume de comercialização do tomate no CEASA/AL nos anos de 2008/09. **Anais...** 63ª Reunião Anual da SBPC maio de 2013.

Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/1739.htm>>. Acesso em 08 nov. 2015.

FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, D. E. C.; DUARTE, G.; EVANGELISTA NETO, J. Distribuição estacional, abundância e diversidade de insetos em áreas de Cerrado e agrícola no Brasil Central. In: **Simpósio Nacional do Cerrado**, 2008, Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

FUJIHARA, T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. (Eds). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**, Editora FEPAF, Botucatu, SP, 2011, 391p.

GARCIA-DEL-PINO, F.; ALABERN, X.; MORTON, A. Efficacy of soil treatments of entomopathogenic nematodes against the larvae, pupae and adults of *Tuta absoluta* and their interaction with the insecticides used against this insect. **BioControl**, 58(6):723-731. 2013.

GARZIA, G. T.; SISCARO, G.; BIONDI, A.; ZAPPALÀ, L. *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: Biology, distribution and damage. **EPPO Bull.** 42: 205– 210. 2012.

GHANIM, N. M., GHANI, S. B. A. Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. **Life Science Journal**. 11(3). 2014.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. Origem botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Org.) **Tomate para o processamento industrial**. Brasília-DF. Embrapa Hortaliças. Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia. p.36- 59, 2000.

GOVAERTS, R. et al. **World checklist & bibliography of Rubiaceae**. The Trustees of the Royal Botanic Gardens: Kew, 2007.

GOMIDE, E. V. A.; VILELA, E. F.; PICANÇO, M. Comparação de Procedimentos de Amostragem de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro Estaqueado. **Neotrop. Entomol.** Londrina, v. 30, n. 4, p. 697-705, dezembro de 2001.

GONZALEZ-CABRERA, J.; MOLLA, O.; MONTON, H.; URBANEJA, A. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) for controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biocontrol** 56, 71–80. 2011.

GOULART, H. F., LIMA, M. R. F., MORAIS, R., K. S.; BERNARDO, V. B. Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas Pheromones: A Green Alternative for the Integrated Pest Management. **Rev. Virtual Quim**, Vol 7; No. 4. 2015. Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/view/864/566>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

HAJI, F. N. P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J. P. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

HORTIFRUTI. TOMATE – de mocinho à vilão. HORTIFRUTI BRASIL Dezembro de 2013/Janeiro de 2014.

HORTIFRUTI BRASIL - **Retrospectiva 2016 & Perspectiva 2017**. Dezembro de 2016/Janeiro de 2017. HORTIFRUTI BRASIL.

HOSSAIN, M.S.; MIAN, M. Y.; MUNIAPPAN, R. First Record of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) from Bangladesh. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, 2016, Volume 32, Number 1, page 101.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/alagoas/arapiraca/producao-agricola-municipal-lavoura-temporaria-2014>> Acesso em 08 nov. 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, v.30, n.2, p.1-83, fevereiro 2017. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>> Acesso em 25 mai. 2017.

IPPC. *Tuta absoluta*. IPPC Official Pest Report, No. CRI-06/1. 2014. Rome, Italy: FAO. Disponível em: <https://www.ippc.int>. Acesso em 05 jun. 2015.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos de tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.281-289, 2002.

JURENKA, R. **Em Topics** in: Current Chemistry; Balzani, V.; Houk, K. N.; Kessler, H.; Lehn, J.-M.; Ley, S. V.; Meijere, A. de; Schreiber, S. L.; Thiem, J.; Trost, B. M.; Vogel, P.; Vögtle, F.; Yamamoto, H., eds.; Springer Berlin: Heidelberg, 2004, cap.3.

KAOUTHAR, L. G.; MANEL, S.; MOUNA, M.; RIDHA, B. Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie . **Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2011** (2010). 63 (3), 125-132.

KILIÇ, T. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. **Phytoparasitica**, 38(3):243-244. . 2010. Disponível em:<http://www.springerlink.com/content/pq056648u1p46682/?p=bf56dc93389148beb1cbb20ecdbdd02b&pi=5>. Acesso em 04 jun. 2015.

KONA, N. E. M.; TAHA, A. K.; MAHMOUD, M. E.E. Effects of Botanical Extracts of Neem (*Azadirachta indica*) and Jatropha (*Jatropha curcus*) on Eggs and Larvae of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Persian Gulf Crop Protection**. Vol. 3, Issue 3, September, p. 41-46. 2014.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2002. 8p. (Circular Técnica, 34).

KOVENDAN, K.; MURUGAN, K.; SHANTHAKUMAR, S. P. et al. Larvicidal activity of *Morinda citrifolia* L. (Noni) (Family: Rubiaceae) leaf extract against *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus*, and *Aedes aegypti*. **Parasitol Res.** 111: 1481. 2012.

- LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 45, p. 175-201, 2000.
- LACERDA, D. A.; MEDEIROS, V. M.; GOMES, R. A.; MATIAS, W. N. Investigação da atividade citotóxica do fruto da *Morinda Citrifolia* Linn (Noni). **Anais...** do Congresso Nacional de Ciências da Saúde: avanços, interfaces e práticas integrativas. 26-28 de março de 2014. Cajazeiras-PB.
- LIETTI, M. M. M.; BOTTO, E.; ALZOGARAY, R. A. Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 34(1):113-119.2005.
- LIMA, E.R.; DELLA LUCIA, T.M.C. Biodinâmica dos feromônios. In: VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de Insetos**: Biologia, química e aplicação. Ribeirão Preto, SP: Holos. pp.13-26.2001.
- LÓPEZ, J. M. A.; LANNO, S. M.; AUERBACH, J. M.; MOSKOWITZ, E. C.; SLIGAR, L. A.; P. J. WITTKOPP, P. J.; COOLON, J. D. Genetic basis of octanoic acid resistance in *Drosophila sechellia*: functional analysis of a fine-mapped region. **Molecular Ecology**. Volume 26, Issue 4. February 2017.
- MARQUES, N.F.Q. **Avaliação teratológica da exposição da *Morinda citrifolia* Linn em ratos wistar**. [Dissertação]. Curitiba: Setor de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná; 2009.
- MARCHIORO, C. A., KRECHEMER, F. S.; FOERSTER, L. A. Estimating the development rate of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), using linear and non-linear models. **Pest. Manag. Sci.**, 73: 1486–1493. (2017).
- MARTÍ, J.J.I.; GARCÍA-ÁLVAREZ, A. Diversidad: biodiversidad edáfica e geodiversidad. **Edafología**. 9 (3): 329-385. 2002.
- MARTINS, M. O. et al. Crescimento de plantas de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v .34, n.5, p.771-779, 2010.
- MATA, R. F. F.; LOMONACO, C. Toxicidade, deterrência e repelência de extratos aquosos de *Cabralea canjerana* ssp. *polytricha* (a. juss.) penn. (Meliaceae) sobre o curuquerê-da-couve *ascia monuste orseis* (godart) (Lepidoptera: pieridae). **Revista Árvore**, 37(2), 361-368. 2013.
- MATOS, E. S.; SIQUEIRA, W.J.; LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A.M.T.; SAWASAKI, H.E.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira** 28: 159-165. 2003.
- MATOSO, L. M. L.; MELO, C. C. R.; MENEZES, L. M. C. S.; OLIVEIRA, L. E.; OLIVEIRA, K. K. D. Características e a utilização do Noni (*Morinda citrifolia*). **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v.6, n.1, p.42-50, jan./jun. 2013.
- MCCLATCHEY W. From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). **Integrative Cancer Therapies** 2002; 1(2): 110-120.

MEDEIROS, M. A. **Papel da Biodiversidade no manejo da Traça-do-Tomateiro *Tuta Absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 152 fls. 2007. Tese aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília. Brasília. 2007.

MEDEIROS, M.A., VILLAS BÔAS, G.L.; CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N.; JUNQUEIRA, N.V. **Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido**. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPQ. 10p. . 2005.

MEDEIROS, M. A.; SUJII, E. R.; RASI, G. C.; LIZ, R. S.; MORAIS, H. C. Padrão de oviposição e tabela de vida da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, p. 452-456, 2009.

MEGIDO, R.C, HAUBRUGE, E, VERHEGGEN, F. J. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, 17(3):475-482. 2013.

MELO, L. A. S.; MOREIRA, A. N.; SILVA, F. A. N. **Armadilha para monitoramento de insetos**. Comunicado Técnico da Embrapa Meio Ambiente – nº 7 – julho/2001.

MELO, E. P.; LIMA JUNIOR, I. S.; BERTONCELLO, T. F.; SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; FERNANDES. M. G. Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Entomotropica** vol. 26(1): 7-15. Abril 2011.

MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; VILELA, N. J.; FERRAZ, E. Tomate para processamento industrial. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Org.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica. p. 547-556. v. 1. 2008.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; BOITEUX, L.S. Overview and perspectives of tomato breeding for fresh market adapted to mild tropical climates of Brazil. **Acta Horticulturae**. 821: 55-62.2009.

MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agrônômicas e industriais para a produção de atomatados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52. Horticultura Brasileira 30. Salvador: 2012.

MENDES, R.S., EVANGELISTA, L.R., THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. A unified index to measure ecological diversity and species rarity. **Ecography** 31(4):450-456.2008.

MICHEREFF - FILHO, M. GUIMARÃES, J. A., MOURA, A. P. A traça do tomateiro no mundo. Documentos 140. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF. 2013

MICHEREFF FILHO, M. & E.F. VILELA. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), p. 81-84. In E.F. Vilela, R.A. Zucchi & F. Cantor (eds.), **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 173p. 2001.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARAES, J. A.; MOURA, A. P. de. **Manejo integrado de**

pragas em hortaliças. In: GUEDES, I. M. R.; VIDAL, M. C. (Ed.). Curso internacional sobre produção sustentável de hortaliças: módulo 2 produção sustentável de hortaliças. Embrapa: Brasília, DF, 2012. p. 75-78.

MOLLA, O., GONZALEZ-CABRERA, J., URBANEJA, A. The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. **Biocontrol**. (in press). 2011.

MORALES, J.; CASTILLO, J.; LUNA, I. Aceite esencial del fruto del noni (*Morinda Citrifolia*: Rubiaceae) como larvicida del mosquito *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae). **Tecnociencia**, Vol. 12 , N°1. 2010.

MOTSHAKERI, M., GHAZALI, H. M. Nutritional, phytochemical and commercial quality of Noni fruit: A multi-beneficial gift from nature. **Trends in Food Science and Technology**, 45 (1), pp. 118-129. 2015.

NAIKA S; JEUDE JL; GOFFAU M; HILMI M; DAM B. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização.** Wageningen: Fundação Agromisa e CTA. 2006. 104 p.

NAVARRO-SILVA, M.A.; MARQUES, F.A.; DUQUE, J.E.L. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.53, n.1, p.1-6, 2009

NEITZKE, R.S.; BUTTOW, M.V. Tomate: presente dos astecas para a gastronomia mundial. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (Coord.). **Origem e evolução de plantas cultivadas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 35, p. 803-818. 2008.

NEVES, L. C. Frutos - O remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n.4. p. i, 2012.

OEPP/EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. Data sheets on quarantine pests. *Tuta absoluta*. Bulletin OEPP/EPPO **Bulletin**, v. 35, n. 3, p. 434–435, dec. 2005.

OEPP/EPPO. *Tuta absoluta*. Bulletin OEPP/EPPO **Bulletin** 35, 434–435. 2005.

OLIVEIRA, F.A.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; JHAM, G.N.; PICANCO, M. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Sci. Hortic.** 119:182–187. 2009.

PAWLUS, A. D.; KINGHORN, A. D. Review of the ethnobotany, chemistry, biological activity and safety of the botanical dietary supplement *Morinda citrifolia* (noni). **Journal of Pharmacy and Pharmacology**. 1587-1609. 2007.

PATRÍCIA, T. B.; E.; CORRÊA, A. G. O Emprego de Fermento de Pão, *Saccharomyces Cerevisiae*, na síntese de feromônios. **Quim. Nova**, Vol. 27, No. 3, 421-431, 2004.

PERALTA, I. E, KNAPP S., SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon: Solanaceae*) from Northern Peru. **Systematic Botany** 30: 424–434.2005.

PHILOUZE, J. El tomate y su mejora genética. In: TIRILLY, Y.; BOURGEOIS, C. M. (Coords.) **Tecnología de las hortalizas**. Zaragoza: ACRIBIA, cap. 7, p. 113-132. 2002.

POVOLNY, D. *Gnorimoschemini* of South America VI: identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). **Steenstrupia**, 20(1):1-42. 1994.

POVOLNY, D. Genitalia of some nearctic and neotropic members of the tribe *Gnorimoschemini* (Lepidoptera, Gelechiidae). **Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae**, Praha, v. 37, p. 51-127, 1967.

POVOLNY, D. *Gnorimoschemini* of Southern America III: the scrobipalpuloid genera (Insecta, Lepidoptera: Gelechiidae). **Steenstrupia**, Kobenhavn, v. 13, p 1-91, 1987.

PRATISSOLI, Dirceu et al . Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 40, n. 7, p. 715-718, July 2005.

PRADEEPA, G. L. Fruit-setting behaviour in relation to floral morphology of eggplant (*Solanum melongena* L.). **Tropical Agricultural Research and Extension**, Sri Lanka, v. 5, p. 12-16, 2002.

RAMOS, Nildia. **Tuta absoluta em Algarve**. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve – Portugal. Disponível em: http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/40_anos_eab/documentos/resumos/tuta_absoluta_em_tomate_na_regiao_do_algarve.pdf. Acesso em 28 mai. 2015.

RAMSDEN, M. W.; MENÉNDEZ, R.; LEATHER, S. R.; WACKERS, F. Optimizing field margins for biocontrol services: the relative roles of aphid abundance, annual floral resource, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. **Agriculture Ecosystems and Environment**, 199, 94-104.2014.

RICOTTA, C. Through the jungle of biological diversity. **Acta Biotheor.** 53(1):29-38. 2005.

RINGENBERG, R. **Biologia comparada em dieta artificial, exigências térmicas e avaliação do feromônio sexual sintético de *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1867) (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura da videira**. 2004. 43f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. 2004.

RODRIGUES, M. et al. Morfogênese in vitro de nim a partir de explantes cotiledonares. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.21-26, 2010.

RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; FIORI-TUTIDA, A. C. G. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de gengibre e eucalipto *in vitro* e em fibras de bananeira infectadas com *Helminthosporium* sp. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, p.123-127, 2006.

RODRIGUES, W. Software para cálculo de diversidade de espécies de insetos e outros organismos. Disponível em: <http://wcrodrigues.ebras.bio.br/artigos/xxi_cbe_software.pdf> Acesso em 28 mai. 2017.

RODRIGUES, W.C. DivEs – Diversidade de Espécies. **Guia do Usuário**. Entomologistas do Brasil, v. 3.0, 2015. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

RODRIGUES, S. M. M.; SILVIE, P. J. **Índices faunísticos de artrópodes-praga e inimigos naturais nos sistemas de plantio convencional e adensado do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016.22p.

SALAZAR, L. F. B. **Caracterização de determinantes genéticos envolvidos na qualidade industrial e nutricional do fruto de tomate**. 222f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANG, S.; HO, C. T. Chemical components of Noni (*Morinda citrifolia* L.) root. **ACS Sym Ser.**; 925 185-92. 2006.

SANG, S.; WANG, M.; HE, K.; LIU, G.; DONG, Z.; BADMAEV, V. et al. Chemical components in noni fruits and leave, s (*Morinda citrifolia* L.). **ACS Sym Ser**; 803 134-50. 2002.

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza em espécies. In: L. Cullen Jr., C. Valladares-Pádua, Rudy Rudran (orgs.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 665 p. p.19-41. 2003.

SANTOS, A. C.; BUENO, R. C. O. F.; VIEIRA, S. S.; BUENO, A. F. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. **BioAssay**, Piracicaba, v. 6, p. 1-6, 2011.

SANTOS, Bruna Antunes. **Bioatividade de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.2012.

SECRETI, L.C.; OSHIRO, A.M.; OLIVEIRA, V.S. Características físicas e químicas da polpa in Natura da fruta Noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**, v. 4, n. 7, 2015.

SHARMA, K. K.; SINGH, U. S.; SHARMA, P.; KUMAE, A. SHARMA, L. Seed treatments for sustainable agriculture: a review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 7, n. 1, p. 521-539, 2015.

SCHOENLY, K.G., M.B. COHEN, A.T. BARRION, W. ZHANG, B. GAOLACH, V.D. VIAJANTE, Effects of *Bacillus thuringiensis* on non-target herbivore and natural enemy assemblages in tropical irrigated rice. **Environmental Biosafety Research**, 3:181-206.2003.

SHALABY, H. H., FARAGALLA , F. H., EL-SAADANY, H.M., IBRAHIM, A. A. Efficacy of three entomopathogenic agents for control the tomato borer, *Tuta absoluta*

(Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Nature and Science**;11(7) , 2013. Disponível em:< <http://www.sciencepub.net/nature/>>. Acesso em 13 jun. 2015.

SILVA, A. C; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas, p. 309-366. In ALVARENGA, M. A. R.; (ed), **Tomate: produção em campo e hidroponia**. Lavras.UFLA, 2004. 400.p.

SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, M.; SOUSA, J. L. Caracterização do fruto de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Horticultura Brasileira**. 27: S267-S271. 2012.

SILVA-NETO, C.; LIMA, F. G.; GONÇALVES, B. B.; BERGAMINI, L. L.; BERGAMINI, B. A. R.; ELIAS, M. A. S.; FRANCESCHINELLI, E. V. Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. **Journal of Pollination Ecology, Guelph**, v. 11, n. 6, p. 41- 45, 2013.

SILVA, A. A., MALUF, W. R., MORAES, J.C., ALVARENGA, R., COSTA, E. M. R. Aleloquímicos em tomateiro e resistência a *Myzus persicae*. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.173-179, 2013

SILVA, H. D.; SOUZA, M. D. C.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D.; FONSECA, E. D.; DAMASCENO, A. S. Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.82, 1-4, 2015.

SIQUEIRA, H. A. A.; GUEDES, R. N. C.; FRAGOSO, D. B.; MAGALHÃES, L. C. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, London, v. 47, p. 247-251, 2001.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: Bioecologia, dano e controle. Informe Agropecuário, v. 24, p. 79-92, 2003.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Traça do tomateiro**: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 32 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 57).

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática** - Guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Nova Odessa, Plantarum. 2008.

SOUZA, R.R.; ALMEIDA-NETA, M. N.; SOUZA, R.M.; LOPES, P. A. P.; MOTA, W. F. Rendimento produtivo de tomate cereja a partir do uso de água residuária da piscicultura e adubação com esterco bovino. **Horticultura Brasileira**. 30. 2012.

SOUSA, B. C.; MIGUEL, C. B.; RODRIGUES, W. F.; MACHADO, J. R.; SILVA, M. V.; COSTA, T. A.; LAZO-CHICA, J. E.; DEGASPERI, T. P.; SALES-CAMPOS, H.; BUCEK, E. U.; OLIVEIRA, C. J. F. Effects of short-term consumption of *Morinda citrifolia* (Noni) fruit juice on mice intestine, liver and kidney immune modulation. **Food and Agricultural Immunology**. Vol. 28, Issue. 3, 2017.

- TOŠEVSKI, I.; JOVIĆ, J.; MITROVIĆ, M.; CVRKOVIĆ, T.; KRSTIĆ, O.; KRNJAJIĆ, S. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae): a New Pest of Tomato in Serbia. **Pestic. Phytomed. (Belgrade)**, 26(3), 2011, 197–204.
- THOMAZINI, A. P. B. W.; VENDRAMIM, J. D.; LOPES, M. T. R. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, v.57, p.13-17, 2000.
- TOMBOLATO, F. C. A., BARBOSA, W.; HIROCE, R. Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimação no Brasil. **Informações técnicas: O agrônomo**, Campinas. 57(1):20-1. 2005.
- TRINDADE, M.S.A.; SOUSA A.H.; VASCONCELOS, W.E.; FREITAS, R.S.; SILVA, A.M.A.; PEREIRA, D.S.; MARACAJÁ, P.B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.1. 2004.
- UNSICKER, S. B.; OSWALD, A.; KÖHLER, G.; WEISSER, W.W. Efeitos de complementaridade através de mistura dietética melhorar o desempenho de um inseto generalista herbívoro. **Oecologia**. 156 : 313-324. 2008.
- URBANEJA, A.; VERCHER, R.; NAVARRO, V.; GARCÍA MARÍ, F.; PORCUNA, J. L. La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. **Phytoma España**, v. 194, p. 16–23, 2007.
- USDA - United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service. **New Pest Response Guidelines Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*)**. 2011. 176p.
- USDA. Características da *Morinda citrifolia* L./ *Indian mulberry*. Disponível em:<<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=MOC13>>. Acesso em 01 set. 2017.
- TUOMISTO, H. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. **Ecography** 33: 222, 2010.
- VERSUTI, D.R.; PAZ, C.C.P.; LARA, R.I.R.; FERNANDES, D.R.R.; PERIOTO, N.W. Comparative abundance and diversity of Dryininae (Hymenoptera, Dryinidae) in three savannah phytophysionomies in southeastern Brazil, under three sampling methods. **Revista Brasileira de Entomologia** 58: 273-279. 2014.
- VIEIRA, M. M. **Mineira do tomateiro (*Tuta absoluta*) uma nova ameaça à produção de tomate**. V Seminário Internacional do Tomate de Indústria, Mora, p. 1 – 5, 2008.
- VILAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A. DE. **Novas formas de manejo integrado da traça-do-tomateiro**. Brasília: Embrapa, 2005. 5p. (Comunicado técnico n° 29)
- VILLAS BÔAS, G. L., BRANCO, M. C., MEDEIROS, M.A. Manejo Integrado da Traça-do-Tomateiro (*Tuta absoluta*) em Sistema de Produção Integrada de Tomate Indústria (PITI). EMBRAPA, Brasília- DF, 2009. (Circular Técnica, 73).
- VILELA, E. F.; DELLA LÚCIA, T.M.C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: VILELA, E. F.; DELLA LÚCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. pp.9-12.

VIRGÍNIO, F.; MACIEL, T. T.; BARBOSA, B.C. Novas contribuições para o conhecimento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) para Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Entomotropica** 31(26): 221-22.2016.

WANG, M. Y. et al. *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in noni research. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

WEST, B. J.; DENG, S.; JENSEN, C. J. Nutrient and 37. phytochemical analyses of processed noni puree. **Food Res. Int.**, v. 44, p. 2295-2301, 2011.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon** 21: 213251. 1972.

WHITTAKER, R. H. Evolution of species diversity in land communities. **Evol. Biol.** 10: 167.1977.

WHITTAKER, R. J. et al. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **J. Biogeogr.** 28: 453470. 2001.

ZANZINI, A. C. S. **Descritores Quantitativos de Riqueza e Diversidade de Espécies**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 43p.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Quim. Nova**. Vol. 32, No. 3, 722-731, 2009.

ZIN, Z. M.; ABDUL-HAMID, A.; OSMAN, A. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. **Food Chem.** 78:227-31.2002.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDADE DE INSETOS EM CULTIVOS CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.; SOLANACEAE)

RESUMO

Este trabalho objetivou comparar a diversidade e riqueza das famílias de insetos coletados em dois sistemas de produção (orgânica e convencional) de tomate localizados na região agreste de Alagoas, Nordeste do Brasil (09°81'76"S e 36°59'42"W), cujo espectro visível é bastante amplo com luz do sol ao longo do ano. Para esse fim, foi instalada uma estratégia com um sistema de armadilhas coloridas dispostas de forma aleatória entre as fileiras de tomateiro com as cores: azul, amarela, branca, verde, vermelha e incolor nos dois cultivos de tomate. A montagem do experimento se deu aos 45 DAE (dias após a emergência) das plântulas no período de setembro de 2015 a janeiro de 2017. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com seis tratamentos: PET₀ – cor incolor, PET₁ – armadilha amarela, PET₂ – armadilha cor verde, PET₃ – armadilha cor vermelha, PET₄ – armadilha cor branca, PET₅ – armadilha cor azul e cinco repetições em quatro ciclos da cultura. Para efeito de comparação os dados entre as famílias de insetos coletados e identificados em nível de família, foram analisados através do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os índices de riqueza e diversidade foram feitos utilizando o software DivEs. Foram coletados 56.955 insetos no sistema orgânico agrupados em 25 famílias e 10.660 em 22 famílias no sistema convencional de cultivo de tomates. Observou-se que no sistema convencional a diversidade de insetos e a abundância relativa-AR, apresentaram diferenças significativas quando comparado ao sistema orgânico. Os resultados revelaram diferenças entre os índices de diversidade de família de insetos, o sistema convencional apresentou valores maiores do que no orgânico. Rejeitando a hipótese que ambos apresentavam igualdade nos índices. A média dos índices *Shannon-Wiener* 2,97; *Simpson* 0,79; *Dominância de Simpson* 0,19; *Margalef* 5,13; *Pielou* 2,27 para o sistema orgânico e para o convencional nesta ordem 3,49; 0,86; 0,12; 6,93; 2,56; respectivamente. Várias famílias das ordens de insetos coletados nas armadilhas de cores azul amarela, branca, verde, vermelha e incolor, apresentaram médias significativas de famílias de insetos polinizadores, predadores, parasitoides e insetos-praga, que podem auxiliar na tomada de decisão para a proteção de plantas em olericulturas e outros agroecossistemas. As cores das armadilhas - garrafas PET refletidas e atraídas pelos insetos contribuíram para os índices de diversidade, sendo mais significativo em ordem e família de insetos na área do cultivo com manejo convencional em comparação com o cultivo orgânico. Porém, os insetos coletados, não diferiram significativamente quanto à diversidade de famílias. As cores nas armadilhas PET, podem ser utilizadas como uma estratégia para a proteção de plantas em horticultura, quanto ao planejamento e manejo de culturas no controle de pragas e conservação da entomofauna.

Palavras-chave: Tomaticultura. Manejo agrícola. Agroecologia. Proteção de Plantas.

ABSTRACT

This work aimed to compare the diversity of insect families collected in two organic and conventional tomato production systems located in the rural region of Alagoas, Northeast Brazil, whose visible spectrum is quite broad with sunlight throughout the year. To this end, a strategy was set up with a system of colored traps arranged randomly between rows of tomato with blue, yellow, white, green, red and colorless in the two tomato crops. The experiment was set up at 45 DAE (days after emergence) of the seedlings from September 2015 to January 2017. The experimental design was completely randomized with six treatments: PET0 - colorless color, PET1 - yellow trap, PET2 - trap color green, PET3 - trap color red, PET4 - trap color white, PET5 - trap blue color and five replicates in four crop cycles. For comparison purposes, the data among families of insects collected and identified at the family level were analyzed using the Scott-Knott test at 5% probability. Wealth and diversity indexes were made using the DivEs software. A total of 56,955 insects were collected from the organic system in 25 families and 10,660 from 22 families in the conventional tomato growing system. It was observed that in the conventional system the diversity of insects and the relative abundance-AR, presented significant differences when compared to the organic system. The results showed differences between the insect family diversity indexes, the conventional system showed higher values than the organic ones. The mean of the Shannon-Wiener indexes 2.97; Simpson 0.79; Simpson's dominance 0.19; Margalef 5,13; It furrowed 2.27 for the organic system and for the conventional system in this order 3.49; 0.86; 0.12; 6.93; 2.56; respectively. Several families of insect orders collected in the traps of yellow, white, green, red and colorless blue showed significant mean values of families of pollinator insects, predators, parasitoids and insect pests, which may aid in decision making for the protection of plants and other agroecosystems. The colors of the traps - PET bottles reflected and attracted by the insects contributed to the diversity indexes, being more significant in order and family of insects in the area of the crop with conventional handling in comparison with the organic cultivation. However, the insects collected did not differ significantly in the diversity of families. The colors in the PET traps can be used as a strategy for the protection of plants in horticulture, regarding the planning and management of crops in pest control and conservation of entomofauna.

Keywords: Vegetables. Agricultural management. Agroecology. Protection of plants.

1 INTRODUÇÃO

A tomaticultura tem uma importância econômica no Brasil, ocupando o segundo lugar entre as olerícolas. Mas o ataque de doenças e pragas tem provocado danos significativos à cultura e por consequência à produção. O ataque gera desarranjos morfológicos e fisiológicos nos frutos, que amadurecem de forma irregular (SANTOS, 2008).

A variação ambiental contribui para uma maior diversidade de espécies do ecossistema natural ou em agroecossistemas, quando o manejo segue procedimentos que causam o mínimo de impactos ao meio ambiente, isto se aplica se o sistema é convencional ou agroecológico (ALENCAR et al., 2013).

O espectro visível das ondas eletromagnéticas podem proteger as plantas quando as cores motivam os insetos à sua jornada diária à procura de alimento e neste nicho aproveitam para o acasalamento, oviposição e polinização, podem ser atraídos por cores diversas, que atuam como uma forma de reconhecimento dos recursos naturais (SKORUPSKI; CHITTKA, 2010; WANGA et al., 2013).

Alguns comprimentos de onda emitidos por superfícies exercem algum tipo de atração sobre os insetos (Oliveira e Labinas, 2008). Os insetos podem ser atraídos por diferentes cores, *Lyriomiza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) é atraída pela cor amarela e *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) (Thysanoptera: Thripidae) pela cor azul (SANTOS, 2008).

Paula et al. (2015) destacam que a introdução de pragas tem um impacto sobre a biodiversidade e as armadilhas coloridas podem ser uma alternativa em potencial para o controle de insetos e no manejo integrado de pragas, neste sentido é possível monitorar flutuações populacionais em áreas do inseto alvo e ou da riqueza de espécies no habitat.

Vrdoljak e Samways (2012) afirmam que a cor amarela, quando comparada com outras cores, apresenta um maior número de insetos capturados, sendo as armadilhas amarelas viáveis para a captura de insetos de diferentes grupos e em diferentes áreas de cultivo ou em sistemas naturais. Alguns trabalhos destacam as cores em armadilhas como atrativas para os insetos de uma região agrícola ou florestal (CAMPOS, 2008).

No complexo agrícola a diversidade de insetos pode ajudar na proteção das plantas, uma vez que no processo de predação se alimentam de outros insetos durante o seu ciclo de vida. Procuram ativamente suas presas, perseguem, capturam e alimentam-se delas. Ocorrem em grande abundância nos ambientes agrícolas com manejos adequados para o controle das pragas (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2011).

Este trabalho parte da premissa que as armadilhas coloridas são estratégias importantes para o monitoramento da entomofauna verificando a diversidade de famílias de insetos-praga, polinizadores, predadores e inimigos naturais, tendo como cenários dois ambientes antropizados no ecótono Agreste, com a hipótese de que ambos apresentam os mesmos índices de diversidade da entomofauna.

O objetivo foi comparar os índices de diversidade de insetos coletados em dois sistemas de produção convencional e orgânica de tomate, em propriedades rurais localizadas na região agreste de Alagoas, utilizando armadilhas (PET) adesivas coloridas para a atração e captura de insetos-praga, ou de insetos benéficos auxiliando no MIP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área da pesquisa

O estudo foi realizado em duas áreas de cultivo comercial de tomate, na região agreste de Alagoas, (09°81'76"S e 36°59'42"W) Nordeste do Brasil, no município de Arapiraca (povoados Bálsamo-Sítio Ingazeira e Bom Jardim) com altitude de 264 m, um convencional e outro orgânico, respectivamente. Ambos desenvolvem um policultivo com diversas hortaliças incluindo o tomate. A montagem do experimento se deu aos 45 DAE das plântulas de tomate no período de setembro de 2015 a janeiro de 2017.

Os dois sistemas de cultivo, tinham a mesma distribuição de tomateiros, com fileiras simples e espaçadas em 1,5 m e 25 m de comprimento, cada parcela com uma área de 1,5 ha, cerca de 6.000 pés de tomate. As variedades plantadas foram a TY-2006 e Santa Clara. Nas duas áreas prevalece o solo latossolo vermelho amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2009), o clima conforme a classificação de Köppen tipo As', ou seja, tropical e quente, com médias de temperaturas mínima de 23°C e máxima de 32°C e precipitação pluviométrica de outono/inverno, entre 500 mm a 1.000 mm (ALAGOAS, 2017).

2.2 Confeção das armadilhas, monitoramento, delineamento experimental e identificação dos insetos

As armadilhas foram confeccionadas a partir da escolha de garrafas plásticas, tipo PET (Poli Tereftalato de Etileno) com capacidade de 2,5 L. Foram pintadas 18 garrafas com tinta *spray*, com as cores azul, amarela, branco, verde, vermelho e incolor (transparente) sendo três garrafas PET para cada cor.

Para o monitoramento dos insetos em cada área experimental, foram instaladas através de sorteio, as dezoito armadilhas de garrafas PET coloridas, montadas com a “boca” fincada numa haste de bambu com 1,2 m, como suporte e rente à altura dos tomateiros (70-100 cm). Nessas armadilhas PET (2,5 L), foram espalhadas cola entomológica em uma área de 75,00 cm² do corpo da garrafa (Figura 9 A, B, C, D, e F.). As armadilhas foram testadas inicialmente colocadas no campo em forma de pré-teste, quanto à utilização e adaptação às áreas do experimento.

Figura 9. Armadilhas coloridas feitas com garrafas PET colocadas nos cultivos de tomate.



Fonte: Foto do autor. (2015).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos: PET₀ – incolor, PET₁ – armadilha amarela, PET₂ – armadilha cor verde, PET₃ – armadilha cor vermelha, PET₄ – armadilha cor branca, PET₅ – armadilha cor azul e, sendo cinco repetições em cada sistema de cultivo em quatro ciclos da cultura. Para efeito de comparação, os dados dos insetos coletados e identificados em nível de família, foram analisados através da Anova e do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, através do *Assistat Software Version 7.7* (SILVA e AZEVEDO, 2016). Para a avaliação dos índices de diversidade dos insetos identificados em nível de família, os índices em estudo, foram: diversidade, riqueza, dominância, equitabilidade e similaridade, utilizou-se o *software* DivEs (RODRIGUES, 2017).

Os insetos capturados nas armadilhas foram contados e retirados com o auxílio de uma pinça e solvente orgânico, em intervalos a cada cinco dias, sendo acondicionados em potes com álcool a 70% e armazenados no Laboratório de Ecologia e Biodiversidade da Universidade Estadual de Alagoas/Campus I, para a triagem e identificação.

A identificação foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico binocular da marca Opton® aumento de 80x, para melhor visualização dos insetos coletados e identificação, bem como, a comparação feita por meio de chaves pictóricas de identificação de artrópodes e com o auxílio de imagens taxonômicas de livros e chaves referenciados na área de entomologia (SELTMANN, 2004; CARRANO-MOREIRA, 2015; RAFAEL et al., 2012).

2.3 Análise dos índices de Diversidade de Famílias de insetos

Para a análise dos índices de diversidade observados nas famílias de insetos, foram utilizados: Diversidade e uniformidade (Shannon-Wiener), riqueza (Magalef), diversidade (Simpson), dominância (Simpson), equidade ou equitabilidade (Pielou), foram verificados com a utilização do DivEs-*software* (RODRIGUES, 2016).

Com os dados também foi encontrada a abundância relativa (AR) para as famílias de insetos pela fórmula, proposta por SOARES et al. (2016).

$$AR (\%) = n / N \times 100 \quad (6) \quad \text{Onde:}$$

AR = percentagem Abundância; n= número de espécimes da ordem e família; N = Total número de exemplares capturados

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período da pesquisa (2015-2017), na região agreste de Alagoas, foram coletados 56.955 insetos nas armadilhas adesivas coloridas no sistema orgânico: Amarela (9.217), Azul (14.341), Branco (5.588), Verde (3.579), Vermelho (18.632) e Incolor (5.598) e 10.660 insetos no sistema convencional Amarela (1.388), Azul (2.884), Branco (3.230), Verde (816), Vermelho (1.370) e Incolor (972). Os insetos fazem um bioequilíbrio no agroecossistema, são auxiliares na proteção de culturas na agricultura, com as funções de predadores, parasitoides, polinizadores e decompositores (COUTINHO, 2007).

Para a análise dos dados nos dois sistemas, foram considerados apenas os que foram coletadas em todas as armadilhas em quantidade ≥ 1 . As armadilhas conseguiram atrair no sistema convencional 22 famílias coletadas nas armadilhas coloridas e no sistema orgânico, 25 famílias. Frizzas et al. (2008), afirmam que muitos dos insetos coletados ou não em armadilhas coloridas, fazem parte da entomofauna da região agreste, zona de transição entre a

Mata Atlântica e a Caatinga. Amaral et al. (2010), ressaltam áreas do cerrado apresentando uma diversidade de insetos bem adaptada representada nas ordens e famílias, algumas atraídas pelas cores mais dos que as outras.

Os resultados na tabela 2 mostram que na análise de variância houve significância entre os tratamentos com os dados coletados nas seis armadilhas coloridas, revelando 22 famílias dos insetos no sistema convencional. Os resultados demonstraram maior significância entre as famílias Tabanidae, Agromyzidae e Calliphoridae pelo Teste F** (P<0,01).

A Tabela 2 no sistema convencional apresenta os dados de comparação das médias pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, das 22 famílias coletadas nas armadilhas coloridas. A ordem Díptera que mais se destacou com as famílias Agromyzidae e Tabanidae sendo as mais coletadas nas cores azul e branca das armadilhas, embora (Santos, 2008a), tenha pesquisado que a cor de mais atração para a família Agromyzidae foi a amarela. Essa ordem é considerada a segunda em número de espécies por apresentar um nicho bastante variado, tais como: hematófagos, fitófagos, minadores, predadores, parasitoides e realizam a polinização com eficiência nas plantas por elas visitadas (Azevedo et al., 2015). Na família Tabanidae, dípteros de interesse veterinário e médico, quando ectoparasita de equinos, preferem os animais de cores escuras como castanho escuro e castanho avermelhado (BASSI et al., 2000).

Tabela 2. Número médio de insetos por famílias no sistema convencional coletadas pelas armadilhas coloridas pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade (período da coleta fevereiro de 2015 a janeiro/2017) – Arapiraca-AL.

Ordem	Família	Média do número de insetos por família					
		PET Amarelo	PET Azul	PET Branco	PET Verde	PET Vermelho	PET Incolor
Diptera	Agromyzidae	85,00B	300,00A	308,00A	68,00B	62,66B	64,00B
Hemiptera	Aphididae	30,66B	1,00D	20,00C	1,00D	45,33A	1,00D
Hymenoptera	Apidae	46,66A	10,66C	22,66B	1,00D	22,66B	1,00D
Diptera	Asilidae	4,00C	21,33A	10,66B	2,66C	5,33C	2,66C
Blattodea	Blattidae	1,33C	1,00D	1,00D	2,66B	4,00A	1,00D
Diptera	Calliphoridae	10,66C	36,00B	60,00A	1,33D	1,33D	1,33D
Hemiptera	Cicadelidae	16,00A	2,66B	1,33B	1,00B	1,00B	5,33B
Coleoptera	Carabidae	4,00A	1,33B	1,33B	1,00B	1,33B	1,33B
Coleoptera	Coccinellidae	1,00B	2,66A	1,00B	4,00A	1,33B	1,00B
Coleoptera	Curculionidae	1,33A	1,66A	1,33B	1,00B	1,33A	1,33A
Coleoptera	Elateridae	32,00B	41,33A	18,66C	8,00C	14,00C	12,00C
Hymenoptera	Formicidae	42,66B	36,00B	34,66B	42,66B	58,66A	68,00A
Diptera	Muscidae	32,00C	100,0A	66,66B	4,00D	10,66D	16,00D

Lepidoptera	Nymphalidae	1,00B	6,66A	1,00B	1,00B	2,66B	4,00B
Coleoptera	Passalidae	5,33A	1,00B	1,00B	10,66A	2,66A	5,33A
Hymenoptera	Pompilidae	1,00B	9,33A	8,00A	12,00A	1,00B	1,00B
Hemiptera	Reduviidae	1,00B	1,00B	4,00B	2,66B	14,66A	6,66B
Coleoptera	Scarabaeidae	20,00C	37,33B	6,66C	54,66A	50,66A	32,00B
Hymenoptera	Scoliidae	2,66C	8,00A	4,00B	5,33B	1,00D	1,00D
Diptera	Tabanidae	45,33C	208,00B	289,33A	13,33D	10,66D	6,66D
Thysanoptera	Thripidae	10,66E	93,33B	129,33A	14,66E	56,00C	30,66D
Hymenoptera	Vespidae	25,33A	12,00B	20,00A	8,00B	1,33B	17,33A

Médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente na linha pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: dados da pesquisa.

Esse trabalho corrobora com Santos (2008) destacando que os insetos podem ser atraídos por diferentes cores, por exemplo, *Lyriomiza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) é atraída pela cor amarela e *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) (Thysanoptera: Thripidae) pela cor azul. Enquanto que Vrdoljak e Samways (2012) destacam a cor amarela para algumas ordens de insetos e que a cor preta pode ser repelente para algumas famílias e atraentes para outras, e que as cores usadas em armadilhas são atrativas para os insetos de uma região agrícola ou florestal.

A família Apidae, muito importante para a polinização do tomateiro, no sistema convencional deste estudo, foi coletada, uma média de 46,66% encontrados na armadilha amarela. Isso se deve ao fato que, próximo a este cultivo existem alguns apicultores. Barbosa et al. (2016), relatam visitantes florais correlacionados com os fatores abióticos em Minas Gerais-Brasil, a presença de *Apis mellífera* (Linnaeus, 1758) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), família Apidae. Freitas et al. (2006) citam as abelhas dos gêneros *Exomalopsis*, *Epicharis* e *Centris* como boas polinizadoras de tomate. A *Nanotrigona pirilampoides* (Cresson, 1878) (Hymenoptera: Apidae), apresenta, um mecanismo de vibração nas asas que resultam numa polinização cruzada e frutos mais pesados com mais sementes (CAUICH et al., 2004; CASTRO et al., 2006).

A tabela 3 mostra que na análise de variância os resultados foram significativos para os dados coletados nas armadilhas coloridas com as 25 famílias dos insetos nas seis armadilhas coloridas. As famílias Thripidae, Pompilidae, Tabanidae, Miridae, Scarabaeidae e Cicadelidae, obtiveram maior significância comparadas com as demais famílias, pelo Teste F** ($p < 0,01$). Essas famílias se destacam por serem pragas, polinizadores, predadores e ou decompositores ((TRIPLEHON e JOHNSON, 2005; CUNHA et al., 2014; SILVA e CARVALHO, 2015).

A tabela 3 revela 25 famílias de insetos no sistema orgânico pelo teste de comparação de média Scott-Nott, a 5% de probabilidade. A quantidade de insetos foi maior nesse sistema, e o número de famílias ligeiramente superior ao convencional. Nesse cultivo orgânico, existem mais variedades de vegetais como plantas hospedeiras, além do que o sistema é um policultivo de olerícolas. Os insetos tem mais opções para se abrigarem e completarem o seu ciclo. No sistema convencional, a hipótese levantada é que os insetos estão sofrendo adaptação e sendo resistentes aos inseticidas.

Tabela 3. Número médio de insetos por famílias no sistema orgânico coletadas pelas armadilhas coloridas pelo teste Skott-Nott a 5% de probabilidade (período da coleta fevereiro de 2015 a janeiro/2017) – Arapiraca-AL.

Ordem	Famílias	Média do número de insetos por família					
		PET Amarelo	PET Azul	PET Branco	PET Verde	PET Vermelho	PET Incolor
Diptera	Agromyzidae	128,00B	173,33A	93,33B	76,00B	232,00A	40,00B
Hymenoptera	Apidae	20,00A	13,33A	8,00B	6,66B	4,00B	1,33B
Diptera	Asilidae	85,33B	49,33C	140,00A	8,00C	12,00C	46,66C
Blattodea	Blattidae	1,00C	1,00C	1,00C	1,33B	2,66A	1,33B
Diptera	Calliphoridae	73,33A	166,66A	80,00A	20,00B	100,00A	46,66B
Coleoptera	Carabidae	66,66C	82,66B	200,00B	93,33B	966,66A	213,33B
Hemiptera	Cicadelidae	786,0A	498,0A	151,0B	126,0B	66,6 C	248,0B
Coleoptera	Coccinelidae	20,00A	1,00B	2,66B	0,00B	24,00A	6,66B
Coleoptera	Chrysomelidae	1573,33A	800,00B	300,00D	253,33D	133,33D	500,00C
Coleoptera	Curculionidae	1,33B	28,00A	1,33B	5,33B	1,33B	1,00B
Hymenoptera	Formicidae	6,66B	48,00A	38,66A	10,66B	13,33B	4,00B
Hemiptera	Miridae	20,00B	1,00D	4,00C	6,66C	40,00A	1,00D
Diptera	Muscidae	27,00C	267,66B	120,33C	187,00B	469,33A	173,33B
Coleoptera	Nitidulidae	46,66C	200,33B	1,00C	1,00C	286,66A	1,00C
Lepidoptera	Notodontidae	28,66B	16,00C	6,66C	9,33C	66,66A	13,33C
Hymenoptera	Pompilidae	5,33C	13,33B	1,00B	1,00B	80,00A	1,00B
Hemiptera	Reduviidae	4,00B	24,33A	1,00B	1,00B	1,33B	1,00B
Coleoptera	Scarabaeidae	767,00C	1634,33B	267,00D	273,33D	3003,33A	142,66D
Hymenoptera	Sphecidae	12,00A	1,00B	1,00B	1,00B	14,66A	5,33B
Coleoptera	Sthaphylinidae	52,00B	97,33B	120,00B	21,33B	6,66B	346,66A
Diptera	Stratiomyidae	53,33C	560,00A	270,66B	126,66C	453,33A	212,66C
Diptera	Syrphidae	1,33B	1,00B	1,33B	1,00B	6,66A	1,00B
Diptera	Tabanidae	29,33B	40,00B	1,00C	1,00C	262,66A	6,66C
Thysanoptera	Thripidae	24,00D	500,00A	82,66B	44,00C	34,66C	40,00C
Hymenoptera	Vespididae	4,00B	2,66B	16,00A	1,00B	1,00B	1,00B

Médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente na linha pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da pesquisa.

No trabalho de Santos et al. (2008), encontraram evidências que a cor amarela é a que mais atraiu adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), (Coleoptera:Chrysomelidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera:Aleyrodidae), *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera:Agromyzidae) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Macrosiphum euphobia* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae).

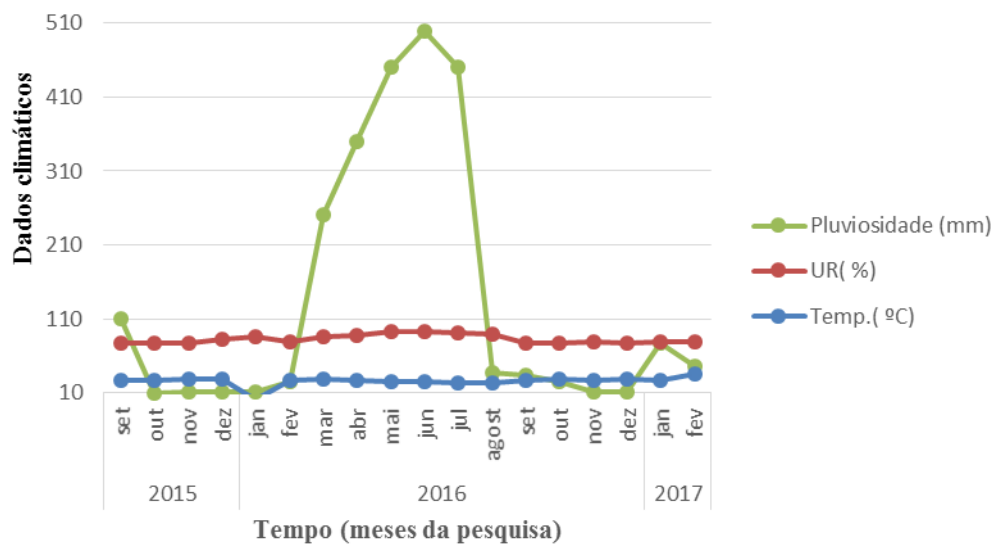
A diversidade de famílias e a quantidade de insetos podem ser bioindicadores de um manejo diferenciado, por se tratar de uma área de policultivo onde existem plantas arbustivas e arbóreas como o neem (*Azadirachta indica* A. Juss.; Meliaceae) utilizada como barreira de vento, dentre outras, tais como: cajueiro (*Anacardium occidentale* L.; Anacardiaceae), goiaba (*Psidium guajava* L.; Myrtaceae), mangueira (*Mangifera indica* L.; Anacardiaceae), coqueiro (*Cocos nucifera* L.; Arecaceae), seriguela (*Spondias purpúrea* L.; Anacardiaceae), amoreira (*Morus nigra* L.; Moraceae), acerola (*Malpighia emarginata* DC; Malpighiaceae), laranjeira (*Citrus sinensis* L.; Rutaceae), limoeiro (*Citrus limon* L.; Rutaceae) e diversas plantas daninhas. Cardozo (2007) relata que estas árvores quando mantidas no agroecossistema servem para a proteção das plantas, tanto da aplicação da deriva de agrotóxicos na área vizinha, quanto dos esporos e ou propágulos que podem invadir a área de cultivo.

A presença de polinizadores, predadores e parasitoides na área garante uma estabilidade nas famílias de insetos coletados nas diversas cores das armadilhas. Campos (2008) listou em campo aberto 22 espécies de polinizadores de tomates distribuídos nas famílias Apidae, Halictidae e Andrenidae. Os insetos podem ser atraídos por cores, que atuam como uma forma de reconhecimento dos recursos, pois apresentam fibras fotorreceptoras longas que são capazes de percebê-las (SKORUPSKI; CHITTKA, 2010; WANGA et al., 2013).

O sistema de cultivo de tomate requer uma efetiva atividade de polinizadores, Albuquerque et al. (2006), afirmam que dentre as diversas espécies de solanáceas o tipo de polinização comum é a melitofilia, isto se deve à estrutura floral da planta, que é o caso do tomateiro nesta pesquisa (Del Sarto, 2005). Neste caso, suas anteras necessitam de uma vibração para a liberação de pólen, diminuindo o numero de polinizadores efetivos, já que algumas espécies como a *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) não conseguem vibrar (Vianna et al., 2007). Santos e Nascimento (2011) trabalhando com índices de diversidades em cultivos orgânicos, relatam que a família mais abundante nos cultivos orgânicos foi Apidae, representando 48,76% do total da amostra. Isto corrobora com os resultados deste trabalho.

Durante as coletas dos insetos realizadas nos dois cultivos ao longo da pesquisa set/2015 a fev/2017, as condições climáticas (Figura 10) se apresentaram na média observada para a região agreste de Alagoas, com a temperatura entre 23,9 °C no período do inverno e 32.3 °C no verão. A umidade relativa – UR com médias entre 73 a 93% no período. A pluviosidade com taxas entre 11 mm no verão e 500 mm acumulado no inverno. Sabe-se que as mudanças climáticas estão provocando sérios prejuízos à agricultura com perdas econômicas em varias culturas (SEMARH/ALAGOAS, 2017). As taxas oscilantes de temperatura são fatores abióticos que influenciam de forma drástica no favorecimento de populações de diversos organismos, principalmente, os insetos (PELLEGRINO et al., 2007; STRECK; ALBERT, 2006).

Figura 10. Dados climáticos na região agreste de Alagoas no período da pesquisa (setembro/2015 a fevereiro/2017).



Fonte: Dados da pesquisa. (SEMARH/ALAGOAS, 2017).

Na Tabela 4, estão os índices de Shannon-Wiener; Simpson; Dominância de Simpson; Margalef; e Equitabilidade de Pielou; considerando as diferentes cores das armadilhas PET, para os dois sistemas agrícolas, indicam que na comparação, apresentaram diferenças quanto a diversidade e riqueza das famílias dos insetos coletados, tendo destaque maior nos índices, para o sistema convencional. A hipótese desse trabalho era que ambos apresentam os mesmos índices de diversidade da entomofauna, sendo assim, rejeitou-se essa hipótese.

Os índices de diversidade dos insetos coletados nas armadilhas coloridas revelam uma tendência de atração pelas cores. Neste estudo se destaca a diversidade α (alfa) que se constitui no número de espécies (riqueza) em fragmentos homogêneos de um tipo de habitat (WHITTAKER et al., 2001; TUOMISTO, 2010; CHI et al., 2014).

Infere-se a hipótese que nesse ecótono, as espécies encontradas são semelhantes, considerando o hábitat, com a presença de plantas hospedeiras e do cultivo de tomate. Os insetos coletados foram atraídos pelas cores existentes em cada habitat visitado, e o forrageamento se deu por essa atração, podendo afirmar que eles apresentam adaptação e resistência a produtos químicos. Verificou-se através dos dados levantados nesta pesquisa, nas amostras de campo incluindo os dois sistemas agrícolas, que as cores vermelha (20.002), azul (17.225), amarela (10.605) e branca (8.618) atraíram mais insetos do que o incolor (6.570) e o verde (4.395).

Tabela 4. Índices de diversidade das famílias de insetos coletados sob a influência das cores das armadilhas coloridas.

Índices de diversidade das famílias de insetos nas armadilhas PET							
Índices de diversidade	Sistemas	Amarela	Azul	Branca	Verde	Vermelha	Incolor
Shannon-	Orgânico	2,38	3,08	3,51	3,14	2,63	3,10
Wiener	Convencional	3,93	3,17	3,08	3,43	3,64	3,71
Simpson	Orgânico	0,66	0,82	0,89	0,85	0,71	0,84
	Convencional	0,91	0,82	0,82	0,86	0,90	0,88
Margalef	Orgânico	5,55	5,05	4,54	4,78	6,34	4,53
	Convencional	7,95	6,64	5,41	7,21	6,37	8,03
Dominância de Simpson	Orgânico	0,33	0,17	0,10	0,14	0,28	0,15
	Convencional	0,08	0,17	0,17	0,13	0,09	0,11
Equitabilidade de Pielou	Orgânico	1,75	2,29	2,80	2,50	1,82	2,47
	Convencional	2,77	2,29	2,36	2,56	2,75	2,65

Fonte: Dados da pesquisa.

Para os dois sistemas de cultivo, o índice de similaridade de Jaccard foi de 0,88; indicando uma semelhança e corroborando a hipótese da semelhança nas espécies encontradas. Quantitativamente, o índice de Jaccard varia entre (0 para comunidades diferentes quanto à composição de espécies e 1 em comunidades semelhantes quanto à composição de espécies) (ZANINI, 2005).

Seguindo esse raciocínio, um determinado índice de diversidade pode indicar que a comunidade A é mais diversa que B, enquanto outro índice indica o oposto (Mendes et al., 2008). A diversidade é definida como um conjunto de procedimentos estatísticos multivariados que informam diferentes características da estrutura de comunidades biológicas

(RICOTTA, 2005). As plantas apresentam características que atraem os insetos para obter polinização, como a coloração nas pétalas aroma, néctar (CONCEIÇÃO et al., 2011).

Nos dois sistemas os índices de Margalef apresentaram entre 4,5 a 8,0 indicando mais riqueza de espécies existente na área, uma vez que este índice quanto mais alto se revela, indica também um valor proporcional para as espécies raras. Os índices de Shannon-Wiener e de Simpson nos dois sistemas de cultivo mostraram-se diferentes. O índice de Pielou revelou um equilíbrio entre o número de famílias nos sistemas de cultivo, conforme Pielou (1966,1975), os índices estão entre um valor de amplitude próxima de 0 como uniformidade mínima, a 1 como uniformidade máxima. Neste estudo os índices se mostraram maiores que 1,5.

Wilsey et al. (2005), comentam que a riqueza de espécies é muito dependente do tamanho da amostra. No sistema convencional, os índices foram maiores em relação ao sistema orgânico. As amostras coletadas ao longo do estudo, revelaram um equilíbrio na equitabilidade, observa-se que quanto mais homogêneo for o número de indivíduos por espécie, maior a equitabilidade, e a uniformidade.

Virginio et al. (2016), abordam que quanto maior o conhecimento sobre a fauna de uma área, melhores serão as estratégias para sua conservação, sobretudo dos ecossistemas nordestinos, onde há escassez de estudos. Em trabalhos semelhantes a este, Ribeiro (2005) e Ferraz et al. (2009), ressaltam que existe uma relação de quanto mais alto o valor destes índices, maior é a dominância e menor a diversidade.

Os resultados da tabela 5 para a abundância relativa – AR (%) de famílias e ordens de insetos nos dois sistemas de cultivo; o convencional e o orgânico, indicam os maiores percentuais de indivíduos coletados nas armadilhas para a ordem Diptera AR= 40,19% no sistema orgânico e AR=37,45% no sistema convencional com destaque para a família Agromizydae (AR=24,92% no convencional), obtendo maior resultado nas cores amarelo, azul, branco e vermelho. Lima e Serra (2008) afirmam que esta ordem tem uma vasta amplitude de nichos e diversidade de famílias.

A ordem Diptera com a família Agromizydae nos cultivos de tomate requer uma maior atenção, uma vez que causam danos diretos na folha do tomateiro, diminuindo sua produtividade. Gusmão (2004) encontrou minas com larvas em talhões de tomateiro de 3,0 larvas por minas em cada folha.

Algumas famílias na tabela 5 representam insetos predadores, inimigos naturais, polinizadores no agroecossistema, mesmo com a aplicação sistemática de inseticidas, três vezes por semana no cultivo, os insetos adquirem resistência para permanecerem ativos.

Moura et al. (2014) ressaltam que entre os predadores mais comuns pode-se citar vespas, formigas, aranhas e percevejos das famílias Reduviidae, Pentatomidae e Nabidae. Conforme Togni et al. (2010), essa abundância e diversidade de famílias são principalmente pela maior disponibilidade de refúgios contra predação intraguilda e acesso a recursos alimentares alternativos como presas, pólen ou néctar.

A ordem Coleoptera, houve destaque com um AR = 45,63%, no sistema orgânico e AR=13,95% no convencional. A família Scarabidae, apresentou um AR=32,05% no cultivo orgânico e AR= 5,66% no sistema convencional. Lima et al. (2013) estudaram ambientes diversificados e encontraram um número significativo dessa família.

A família Carabidae apresentou um AR = 8,53% no sistema orgânico e no convencional AR=0,41%. Al-Attal et al. (2003), encontraram em área de hortaliças, 36% do total de insetos identificados como espécimes dessa família, com funções diversificadas no agroecossistema. De acordo com Cividanes et al. (2003), os espécimes da família Carabidae, dispersam-se caminhando ou voando, e nesse nicho contribuem para a polinização e decomposição de matéria particulada. Matta et al. (2017), relatam fatos relacionados com atividade de predação da família Carabidae em plantas daninhas no cultivo de algodão.

A ordem Hymenoptera, geralmente abundante em ambientes de olerícolas, nas coletas apresentou uma AR=14,98% no convencional e AR=1,09% no orgânico. Alencar et al. (2007) e Kamisnki et al. (2009) comentam que essa ordem tem um comportamento diverso no agroecossistema, quando presentes são associados a interações ecológicas específica como seres detritívoros, predadores, granívoros e herbívoros. A família Apidae, obteve um AR=3,29%, no sistema convencional e AR=0,28% no orgânico, importante por serem polinizadores das culturas (VIANNA et al., 2007).

Estudos científicos evidenciam uma diminuição na população de abelhas no campo, pelo fato que os agricultores estão exagerando na aplicação dos defensivos agrícolas sem o planejamento do manejo integrado de pragas (SIMÕES et al., 2010). Aqui também se aplica aos produtos naturais, pois são igualmente tóxicos para os insetos.

A ordem Hemiptera com um AR= 19,78% no sistema orgânico e AR= 1,23% no convencional. A família Cicadellidae obtendo uma maior presença com AR=18,74% no sistema convencional e no sistema orgânico AR= 0,71%. Trata-se de insetos fitófagos, vetores de *Xylella fastidiosa* (Wells et al., 1987) respectivamente.

Tabela 5. Abundância relativa – AR (%) de ordens e famílias de insetos com importância agrícola para proteção de plantas nos cultivos convencional e orgânico de tomate.

Ordem	Família	Presença no cultivo AR (%)		Importância agrícola	Trabalhos que referenciam
		Conv.	Org.		
Coleoptera	Chrysomelidae	0,22	1,17	Polinizadores	(SANTOS, 2009); (TRIPLEHON;JOHNSON, 2005), (SILVA e CARVALHO, 2015)
	Carabidae	0,41	8,53	Predadores	(PARRA et al., 2002). (CÁRCAMO et al., 2009)
	Coccinellidae	0,22	0,28	Predadores, Polinizadores	(PARRA et al., 2002).
	Elateridae	3,54	0,03	Predadores, Polinizadores	(SUSEK.; IVANCIC, 2006)
	Nitidulidae	2,81	0,00	Predadores, Polinizadores	FERNANDES et al., 2012); (LIMA, 2002)
	Scarabidae	5,66	32,05	Polinizadores	(TRIPLEHON;JOHNSON, 2005)
	Curculionidae Staphylinidae	0,89 0,20	0,18 3,39	Fitófagos Predadores	(BUSTILLO et al., 2002) (CUNHA et al., 2014)
Diptera	Agromyzidae	24,92	3,91	Predadores, Minadores.	(CUNHA et al., 2014)
	Asilidae	1,79	1,39	Predadores	(PARRA et al., 2002).
	Calliphoridae	3,11	2,56	Polinizadores	(GULLAN; CRANSTON, 2008); (AZEVEDO et al., 2015)
	Muscidae	6,45	6,55	Polinizadores	(TRIPLEHON;JOHNSON, 2005; 2011)
	Stratiomyidae	0,17	8,82	Polinizadores	(MALERBO-SOUZA; HALAK, 2009)
	Syrphidae	0,23	0,83	Polinizadores, Predadores	(MALERBO-SOUZA; HALAK, 2009); (PARRA et al., 2002).
	Tabanidae	1,78	16,13	Parasitas ou Predadores.	(CUNHA et al., 2014)
Hemiptera	Cicadelidae	18,74	0,71	Fitófagos	(CUNHA et al., 2014), (SILVA e CARVALHO, 2015)
	Miridae	0,26	0,37	Predadores	CUNHA et al., 2014
	Reduviidae	0,78	0,15	Predadores	(PARRA et al., 2002).
Lepidoptera	Nymphalidae	0,33	0,00	Polinizadores	NOUBISSIÉ et al. (2012), (GULLAN; CRANSTON, 2008).
	Notodontidae	0,00	0,73	Polinizadores	
Hymenoptera	Apidae	3,29	0,28	Polinizadores	(SANTOS, 2009), (SILVA e CARVALHO, 2015) (RAMALHO, 2004) (PARRA et al., 2002).
	Formicidae	7,95	0,63	Predadores, Decompositores	(BUSTILLO et al., 2002), (SILVA e CARVALHO, 2015)
	Pompilidae	0,82	0,07	Predadores	(CUNHA et al., 2014)
	Scoliidae	0,56	0,00	Predadores ou parasitas	(CUNHA et al., 2014)
	Vespidae	2,36	0,11	Predadores, Polinizadores	(PARRA et al., 2002).

Fonte: dados da pesquisa.

A tabela 6 mostra a média das ordens de insetos coletados nas armadilhas coloridas, sendo as cores amarela, azul, branca, verde, vermelha e incolor as que atraíram sete ordens de insetos, dentre aquelas de interesse agrícola. Destaque para a cor vermelha com as ordens Coleoptera e Diptera, úteis na polinização das plantas nos dois sistemas de cultivo de tomate, os insetos tiveram como indicador gráfico de vôo, as cores das armadilhas em que ficaram apreendidos na cola entomológica e facilitou as coletas.

Paz e Pigozzo (2012) pesquisaram em áreas de manguezal, mata atlântica e restinga, utilizando armadilhas com água colorida e as cores mais atrativas aos insetos foram verde, branca e azul, a mata atlântica foi o ambiente que apresentou maior abundância de indivíduos e ordens de insetos, por ser um bioma com uma diversidade de plantas maior que as outras áreas. As cores das flores ou plantas servem como atração aos insetos, pois suas visitas tem um propósito para alimentação, oviposição e de forma indireta a polinização, também são predadores e parasitoides (SKORUPSKI; CHITTKA, 2010; WANGA et al., 2013).

Conforme Vasconcellos et al. (2010), a sazonalidade na região da caatinga, favorece a presença das ordens encontradas. Foram encontrados 20 ordens pertencentes à classe Insecta, dentre essas, sete ordens estão de acordo este trabalho: Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, e Thysanoptera. A ordem Hymenoptera com uma média entre 10,0 a 129,0 indivíduos, estes em boa parte representados por insetos sociais, corroborando com estudos como os realizados por (DUTRA e MACHADO, 2001; SANTOS e NASCIMENTO, 2011; SOUZA, 2011; ROCHA et al., 2010).

A armadilha de cor vermelha no sistema orgânico foi superior às demais, atraindo um maior número de insetos da ordem Coleoptera. Levanta-se a hipótese que estes insetos têm atração por essa cor, uma vez que nesse espectro visível da luz branca, as ondas eletromagnéticas possuem comprimento de onda ≥ 700 nm. Gomide et al. (2014) ressaltam que o coleóptero *Tenebrio molitor* (L., 1758) foi testado em algumas hipóteses e preferiu nos bioensaios movimentos em direção à luz vermelha. No sistema convencional a cor amarela foi a que atraiu mais insetos (Tabela 6).

Tabela 6. Média de ordens de insetos nos dois sistemas de cultivo coletadas nas armadilhas PET coloridas pelo teste Skott-Nott a 5% de probabilidade.

ORDEM	Sistemas	Amarela	Azul	Branca	Verde	Vermelha	Incolor
Blattodea	Orgânico	1,00C	1,00C	1,00C	1,33B	2,67A	1,33B
	Convencional	1,33B	1,00C	1,00C	2,66B	4,00A	1,00C
Coleoptera	Orgânico	963,00C	2085,33B	689,66C	430,66D	4346,00A	762,66C
	Convencional	68,00B	96,00A	48,00C	85,33A	72,66B	64,00B
Diptera	Orgânico	396,33D	1265,00B	704,33C	417,66D	1536,00A	525,33D
	Convencional	186,66C	668,00B	780,66A	96,66D	90,66D	97,33D
Hemiptera	Orgânico	1597,33A	824,00B	304,00D	260,00D	174,66D	500,00C
	Convencional	57,33B	12,00D	29,33C	4,00D	98,66A	22,66C
Hymenoptera	Orgânico	42,66C	77,33A	62,66B	17,33D	33,33C	10,66D
	Convencional	129,33A	78,66B	89,33B	68,00B	88,00B	89,33B
Lepidoptera	Orgânico	30,66B	16,00C	6,66C	9,33C	66,66A	13,33C
	Convencional	9,33B	6,66B	1,00C	1,00C	46,66A	1,00C
Thysanoptera	Orgânico	1,00B	1,33B	1,00B	1,00B	80,00A	1,00B
	Convencional	10,66D	93,33B	129,33A	14,66D	56,00C	14,66D

Médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente na linha pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: dados da pesquisa.

4 CONCLUSÕES

Com os números e índices obtidos nas informações reveladas neste estudo a aplicação das armadilhas nos dois cultivos torna-se uma estratégia eficiente para conhecer a diversidade existente nos ambientes agrícolas auxiliando no planejamento do manejo integrado de pragas.

As armadilhas coloridas de garrafas PET auxiliaram na estratégia de atrair os insetos e contribuíram para a elaboração dos índices de diversidade, maior na diversidade de ordem e família de insetos no cultivo convencional em comparação com o cultivo orgânico. Pode-se inferir que os insetos no manejo convencional estão em adaptação e resistência aos inseticidas.

Os insetos polinizadores, predadores, parasitoides e decompositores, representados pelas famílias e ordens, são atraídos pelas cores para os dois ambientes com diferentes manejos, estabelecendo adaptações diversas e auxiliando na proteção de plantas.

5 REFERÊNCIAS

- AL-ATTAL, Y.Z.; KASRAWI, M.A.; NAZER, I.K. Influence of Pollination Technique on Greenhouse Tomato Production. **Agricultural and Marine Sciences**, v. 8, n. 1, p. 21-26. 2003.
- ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – AL.Diretoria de Meteorologia. **Boletim anual de dados climatológicos**. 2017. Disponível em:< <http://meteorologia.semarh.al.gov.br/relatoriospdf/>>. Acesso em 23 abr. 2017.
- ALBUQUERQUE, L.B.; VELÁZQUEZ, A.; VASCONCELLOS-NETO, J. Composição florística de solanaceae e suas síndromes de polinização e dispersão de sementes em florestas mesófilas neotropicais. **Interciência**. v. 31, n. 011, p. 807-816, 2006.
- ALENCAR, G. V.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T. S.; JUCKSCH, I.; CECON, P. R. Percepção ambiental e uso do solo por agricultores de sistemas orgânicos e convencionais na Chapada da Ibiapaba, Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 51(2), 217-236. 2013.
- ALENCAR, I. D. C. C.; FRAGA, F. B.; TAVARES, M. T.; AZEVEDO, C. O. Perfil da fauna de vespas parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual de Pedra Azul, Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.74, n.2, p.111-114, 2007.
- AMARAL, D. S.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P. C.; DESOUZA, O. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? **Neotropical Entomology**, v.39, n.4, p.543-548. 2010.
- AZEVEDO, F. R.; AZEVEDO, R.A.; SANTOS, C.A.M.; MOURA, E.S.; NERE, D.R. Análise Faunística e Flutuação Populacional da Dipterofauna de Ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe, Barbalha, CE. **EntomoBrasilis**, 8 (2): 117-124. 2015.
- BARBOSA, B. C.; PASCHOALINI, M.; MACIEL, T.T.; PREZOTO, F. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). **Entomotropica** 31(16): 131-136. 2016.
- BASSI, R. M. A.; CUNHA, M. C. I.; COSCARON, S.A. Study of behavior of tabanids (Diptera, Tabanidae) from Brazil. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, 29 (1, 2, 3, 4):101-115. 2000.
- BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS, R.; POSADA, F. J. Natural Enemies and Competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. **Neotrop. Entomol.** 31(4): 635-639. 2002.
- CAMPOS, M.J. Landscape management and pollinator richness in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., Solanaceae) crops in Southeastern Brazil. In: **Pollinators Management in Brazil**. MMA: Brasília, 2008. 41p.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: manual de coleta e identificação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369p.

CARDOSO, A. I. I. Produção de pimentão com vibração das plantas. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 31, n. 4, p. 1061-1066, jul./ago., 2007.

CÁRCAMO, M. C.; BRANDÃO, R. K.; COSTA, V. A.; RIBEIRO, P. B. Ocorrência de *Aprostocetus hagenowii* (Hymenoptera, Eulophidae), parasitoide de ootecas da barata americana, no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 39(9), 2649-2651. 2009.

CASTRO, M. S.; KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C.; NATES-PARRA, G.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; CAMPOS, L.O.; VIANA, M.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; PERUQUETTI, R.C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Stingless bees. In: Imperatriz-Fonseca, V.L., Saraiva, A.M. & De Jong, D. **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos, 2006, p 75-88.

LIMA, M. G. A.; SILVA, R. P. A.; SOUSA, M.D.F.; COSTA, E.M. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no Parque Botânico do Ceará, Caucaia - CE, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 89-94, janeiro-abril. 2013.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in Subtropical Mexico. **Horticultural Entomology**, v. 97, n.2, p. 475-481, 2004.

CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. P.; SAKEMI, L. K. Composição faunística de insetos predadores em fragmento florestal e em área de hortaliças na região de Jaboticabal, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, v. 25, no. 2, p. 315-321, 2003.

CHI, CHUN-HUO.; LOU, JOST.; CHAO, ANNE. Phylogenetic beta diversity, similarity, and differentiation measures based on Hill numbers. **Ecological Monographs**. vol. 84. issue 1. (2014). pp: 21-44.

CONCEIÇÃO, G.A.; PINTO, R.S.; SANTOS, S.M.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RÊGO, M.M.C. Atratividade de artrópodes terrestres por pratos-armadilha coloridos, na estação ecológica do Rangedor São Luis-MA. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, 2011, São Lourenço-MG.

COUTINHO, C. **Artrópodes Auxiliares na Agricultura**. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte. Lisboa. 120p. 2007

CUNHA, A. S. D.; NÓBREGA, M. A. S; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, vol. 18, núm. 4, pp.185-194. 2014.

DEL SARTO, M. C. L. **Avaliação de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) como Polinizador da Cultura do Tomateiro em Cultivo Protegido**. Viçosa, MG: Tese Doutorado. 61 fls. Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2005.

DUTRA, J.; MACHADO, V. L. Flowering entomofauna in *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae). **Neotropical Entomology** 30(1): 43-53. 2001.

EMBRAPA. **Mapa exploratório do reconhecimento do solo em Arapiraca-AL**. 2009. Disponível em: < <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=al> > Acesso em 17 mar. 2017.

FERNANDES, D. R. R.; BENÁ, D. C.; LARA, R. I. R.; IDE, S.; PERIOTO, N. W. Nitidulidae (coleoptera) associados a **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 135-138, maio/ago. 2012.

FERRAZ, A. C. P.; GADELHA, B. Q.; AGUIARCOELHO, V. M. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo v.53, n.4, p.620–628, 2009.

FREITAS, B. M.; MARTINS, C. F.; SCHLINDWEIN, C. P.; WITTMAN, D.; SANTOS, I. A.; CANE, J. H.; RIBEIRO, M.F.; GAGLIANONE, M. C. Bumble bees and Solitary bees. In: Imperatriz- Fonseca, V.L., Saraiva, A.M. & De Jong, D. *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Ribeirão Preto: Holos, 2006, p 55-62.

FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, D. E. C.; DUARTE, G.; EVANGELISTA NETO, J. Distribuição estacional, abundância e diversidade de insetos em áreas de Cerrado e agrícola no Brasil Central. In: **Simpósio Nacional do Cerrado**, 2008, Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

GOMIDE, K.; BASSANI, R. A.; BASSANI, J. W. M. Influência de comprimentos de onda da luz visível no comportamento do inseto *Tenebrio molitor* (Coleoptera). **Anais**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014.

GULLAN, P. J.; CRANSTON. P. S. **Os insetos**: um resumo de entomologia. São Paulo: Rocca, 2008.

GUSMÃO, M. R. **Amostragem de Liriomyza trifolii (BURGUESS) (Diptera: Agromizyidae) no Tomateiro**. 2004. 83 f. (Tese de Doutorado). Tese de Doutorado apresentado à Universidade Federal de Viçosa – Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Viçosa-MG. 2004.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G. C.; SUJII, E. R. **Predadores e Parasitoides**: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica. Brasília, DF: Emater, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, CNPq, 2011. 92 p.

KAMINSKI, L. A.; SENDOYA, S. F.; FREITAS, A. V. L.; OLIVEIRA, P. Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoro: interações entre formigas e lepidópteros. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, pp. 27-44, 2009.

LIMA, V. P.; SERRA, A. L. Análise morfológica comparada da venação de asas da ordem Diptera (Linnaeus, 1758- Arthropoda, Insecta). **Conscientia e Saúde**, São Paulo, v.7, n.4, p. 525–533, 2008.

- LIMA, I. M. M. Registro da ocorrência de *Cybocephalus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) predando espécies-praga de Diaspididae (Hemiptera), no estado de Alagoas. **Neotrop. Entomol.** 31(1): 157-159. 2002.
- MATTA, D. H.; CIVIDANES, F. J.; SILVA, R. J.; BATISTA, M. N.; OTUKA, A. K.; CORREIA., E. T.; MATOS, S. T. S. Feeding habits of Carabidae (Coleoptera) associated with herbaceous plants and the phenology of coloured cotton. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 39, n. 2, p. 135-142, Apr.-June, 2017.
- MENDES, R.S.; EVANGELISTA, L. R.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C. A unified index to measure ecological diversity and species rarity. **Ecography** 31(4):450-456.2008.
- MOURA, A. P.; MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial.** EMBRAPA – Circular Técnica –nº 129, Fevereiro/2014.
- NOUBISSIÉ, J.B.T.; YADJI, H.T.; BALDENA, I. Screening Sorghum Populations for Resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth in Northern Cameroon. **Ann. Biol. Res.**, v.3, n.5, p.2357-2364, 2012.
- OLIVEIRA, E. F.; LABINAS, A. M. Análise comparativa da incidência de insetos capturados em armadilhas adesivas Biotrap® azuis e amarelas. **XXII Congresso Brasileiro de Entomologia.** 2008.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Editora Manole. 2002; 609p.
- PAULA, D. P.; ANDOW, D. A.; PIRES, S. C. S.; SUJII, E. R. Impacto da Introdução de Pragas sobre a Biodiversidade. Cap. 3. In: SUGAYAMA, R. L.; LOPES-DA-SILVA, M.; SILVA, S. X. B.; RIBEIRO, L. C.; RANGEL, P. L. E. **Defesa vegetal:** fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas. 1ª ed. Belo Horizonte; SBDA-Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. 544p.
- PAZ, J. R. L.; PIGOZZO, C. M. Comparação da Entomofauna Coletada por Armadilhas Coloridas de Água em um Fragmento de Mata Atlântica e Dois Ecossistemas Associados, Bahia. **Candombá – Revista Virtual**, v. 8, n. 1, p. 63-72, jan – dez 2012
- PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, ed. 8, Maio 2007. Disponível em: <www.multiciencia.rei.unicamp.br/artigos_08/a_08_8.pdf>. Acesso em: 28 de Jul. 2017.
- PIELOU, E. C. Ecological Diversity. **Wiley Interscience**, New York.1975.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, 13:131 - 44. 1966.
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A. **Insetos do Brasil:** Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 810p.

RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Bot. Bras.**, v.18, n.1, p.37-47, 2004.

RIBEIRO, F. V. **Biodiversidade e distribuição geográfica de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) no Alto e Médio Rio Solimões, Amazonas.** 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

RICOTTA, C. Through the jungle of biological diversity. **Acta Biotheor.** 53(1):29-38. 2005.

ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; ROSA, M. M. T.; MACHADO, S. R. Anatomia e histoquímica dos nectários florais de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum. e *Dombeya natalensis* Sond. (Malvaceae). **Revista Biologia Neotropical** 7(1): 27-36. 2010.

RODRIGUES, W. C. DivEs - Diversidade de Espécies v4.0. **Software e guia do usuário.** 2017. Disponível em:< <http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em 15 de jan. 2017.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F.; BECKER, W. F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A. Captura de insetos sugadores e fitófagos com uso de armadilhas adesivas de diferentes cores nos sistemas de produção convencional e integrada de tomate em Caçador, SC. **Horticultura Brasileira** 26: S157-S163. 2008.

SANTOS, J. P. S.; WAMSER, A. F.; MUELLER, W. F. B. S.; ROMANO, F. Atraídos pela cor. **Tomate-Cultivar HF**, Fevereiro / Março 2008. 18-19p.

SANTOS, A. B. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) em cultivos orgânicos e tradicionais. Dissertação (Mestrado) - UFS: São Cristóvão, 2009.

SANTOS, A. B.; NASCIMENTO, F. S. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Solanum lycopersicum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais. **Neotropical Biology & Conservation.** V. 6, N. 3: 162-169. 2011.

SELTMANN, K. **Building web-based interactive keys to the Hymenopteran families and superfamilies.** Lexington, Kentucky, 2004. 73 p. Dissertação (Master of Science in Entomology in the College of Agriculture) - University of Kentucky. 2004.

SILVA, F. F.; CARVALHO, G.A. Espécies, número e frequência de visitantes florais em culturas agrícolas submetidas à aplicação de produtos fitossanitários. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.82, 1-7, 2015.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SIMÕES, Z. L. P.; MARCO ANTONIO, D. S.; BITONDI, M. M. G. **Encontro sobre Abelhas: Genética e Biologia Evolutiva de Abelhas.** Ribeirão Preto. 2010. 698p.

SKORUPSKI, P.; CHITTKA, L. Photoreceptor Spectral Sensitivity in the Bumblebee, *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). **PLoS ONE** 5(8): e12049. 2010.

SOARES, J. B. C.; COSTA, E. M.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Insect diversity in an experimental vineyard in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 239 – 245, jan. – mar., 2016.

SOUZA, D. T. M. Comportamento forrageiro de insetos visitantes florais da romãzeira (L.). **Magistra** 23(3): 122-128. 2011.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.424-433, mar-abr, 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n2/a11v36n2.pdf> >. Acesso em: 28 de Jul. 2017.

SUSEK, A.; IVANCIC, A. Pollinators of *Helleborus niger* in Slovenian naturally occurring populations. **Acta Agric. Slovenica**, p.205-211, 2006.

TOGNI, P. H. B.; CAVALCANTE, K. R.; LANGER, L. F.; GRAVINA, C. S.; MEDEIROS, M. A. de; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. Conservação de inimigo naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. **Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 669-676, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Borrer and delong's introduction to the study of insects. Belmont: **Thomson Brooks**, 2005.

VASCONCELLOS, A.; ANDREAZZE, R.; ALMEIDA, A. M.; ARAUJO, H. F. P.; OLIVEIRA, E. S.; OLIVEIRA, U. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.54, n.3, p.471–476, 2010.

VIANNA, M. A.; MARCO-JUNIOR, P.; CAMPOS, L. A. O. Manejo de polinizadores e o incremento da produtividade agrícola: uma abordagem sustentável dos serviços do ecossistema. Resumo do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Rev. Bras. Agroecologia**. v. 2, n. 1, p.144-147, 2007.

VIRGÍNIO, F.; MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Novas contribuições para o conhecimento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) para Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Entomotropica** 31(26): 221-22.2016.

VRDOLJAK, S. M.; SAMWAYS, M. J. Optimising coloured pan traps to survey flower visiting insects. **Journal of Insect Conservation** 16: 345–354. 2012.

WANGA, H.; CONCHOU, L.; BESSIÈRE, J.; CAZALS, G.; SCHATZ, B.; IMBERT, E. Flower color polymorphism in *Iris lutescens* (Iridaceae): Biochemical analyses in light of plant–insect interactions. **Phytochemistry** 94: 123–134. 2013.

WELLS, J.M., B.C. RAJU, H.Y. HUNG, W.G. WEINSBERG, L. MANDELCO-PAUL & D.J. BREINNER. *Xylella fastidiosa* gen. nov. sp.nov.: Gram-negative, sylem-limited fastidiosa bacteria related to *Xanthomonas* spp. **Int. J. Syst. Bacteriol.** 37: 136-143.1987.

WILSEY, B. J.; CHALCRAFT, D. R.; BOWLES, C. M.; WILLIG, M. R. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**. 86(5):1178-1184. 2005.

ZANZINI, A. C. S. **Descritores Quantitativos de Riqueza e Diversidade de Espécies.**
Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 43p.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DE TRILHA PARA AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE AS FASES DE DESENVOLVIMENTO DA TRAÇA DO TOMATEIRO *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) EM CULTIVOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar as influências das variáveis climáticas sobre a dinâmica populacional da traça do tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), através de correlações e análise de trilha, desdobrando os coeficientes em seus efeitos diretos e indiretos, e como cada variável explicativa exerce sobre a variável principal em cultivos orgânico e convencional de tomate (*Solanum lycopersicum* L.; Solanaceae). O estudo foi realizado com a aplicação do feromônio IscalureTuta® e amostragens das fases do inseto em duas áreas de interesse agrícola com o cultivo de tomate na região Agreste de Alagoas, Nordeste do Brasil, com coordenadas geográficas Latitude 09° 81'76'' e Longitude 36° 59'42'', em quatro safras durante os anos agrícolas de 2015-2017. Para o monitoramento de adultos, utilizou-se duas áreas experimentais, foram instaladas nos vértices opostos duas armadilhas do tipo Delta com septo de látex impregnado com feromônio sexual ISCALureTUTA®. O feromônio tem como componente principal (Acetatos de (E,Z,Z) - 3,8,11 -Tetradecadienila (1,4g/kg), disponibilizados em septos de borracha látex (borracha natural) (998,6 g/kg). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (armadilhas Delta) com 60 repetições. Na análise de trilha as variáveis principais: adultos, ovos, lagartas e minas e as variáveis; precipitação, umidade relativa, temperatura, velocidade do vento e radiação solar, como variáveis explicativas e correlacionadas. Antes da análise de trilha foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade, para identificar se as correlações entre as variáveis explicativas iriam afetar o resultado da análise de trilha, o que não ocorreu neste trabalho. Nas áreas experimentais, ao longo da pesquisa, a população do inseto adulto acumulou um total de 6.623 insetos no sistema convencional, 2.270 insetos no sistema orgânico, revelando que o inseto tem presença endêmica na região Agreste de Alagoas. Na análise de trilha foi constatado que a pluviosidade, a umidade relativa e a radiação, foram as variáveis de maior influência sobre a dinâmica populacional com efeito direto no sistema orgânico com os coeficientes de correlação $r = 0,83$, $r = 0,52$ e $r = 0,45$ respectivamente, as variáveis; vento $r = -0,43$ e a temperatura $r = -0,19$. No sistema convencional $r = 0,80$, $r = 0,43$ e $r = 0,41$, com as mesmas variáveis. A variável da velocidade do vento teve efeito negativo de $r = -0,38$, bem como a temperatura teve um efeito negativo de $r = -0,13$. Foi concluído que se faz necessário realizar a análise de trilha para saber a influência das variáveis Climáticas sobre os adultos coletados de *Tuta absoluta*, e que estimativas da dinâmica populacional serão mais significativas quando são considerados a correlação com as variáveis climáticas. Observou-se que as condições climáticas são variáveis condicionantes para o desenvolvimento do inseto-praga na lavoura do tomate na região da pesquisa.

Palavras-chave: Manejo integrado de pragas. Olericultura. Ecótono. Análise de trilha.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of climatological variables on the population dynamics of the *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 tomato, through correlations and track analysis, unfolding the coefficients in their direct and indirect effects, and how each explanatory variable exerts on the main variable in organic and conventional tomato crops (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae). The study was carried out with the application of the IscalureTuta® pheromone and insect phase's samplings in two areas of agricultural interest with tomato cultivation in the Agreste region of Alagoas, Northeast of Brazil, with geographical coordinates Latitude 09° 81'76"e Longitude 36 ° 59'42", in four harvests during the agricultural years of 2015-2017. For adult monitoring, two experimental areas were used; two Delta-type traps with latex septum impregnated with ISCALureTUTA® sex pheromone were installed at the opposite vertices. The pheromone has the main component (Acetates of (E, Z, Z) - 3,8,11-Tetradecadienila (1.4 g / kg), available in septa of latex rubber (natural rubber) (998.6 g / kg) The experimental design was completely randomized with two treatments (Delta traps) with 60 repetitions. In the trail analysis the main variables: adults, eggs, caterpillars and mines and variables: precipitation, relative humidity, temperature, wind speed and solar radiation , in order to identify if correlations between the explanatory variables would affect the result of the track analysis, which did not occur in this work. This research, the adult insect population accumulated a total of 6,623 insects in the conventional system, 2,270 insects in the organic system, revealing that the insect has endemic presence in this region. The correlation coefficients $r = 0.83$, $r = 0.52$ and $r = 0.52$, and $r = 0.52$, respectively, were correlated with the correlation coefficients, 0.45 respectively, the variables; wind $r = -0.43$ and the temperature $r = -0.19$. In the conventional system $r = 0.80$, $r = 0.43$ and $r = 0.41$, with the same variables. The wind speed variable had a negative effect of $r = -0.38$, as well as the temperature had a negative effect of $r = -0.13$. It was concluded that it is necessary to perform the trail analysis to know the influence of the climatological variables on the adults collected from *Tuta absoluta*, and that estimates of the population dynamics will be more significant when considering the correlation with climatic variables. It was observed that the climatic conditions are variables conditioning for the development of the insect-plague in the tomato crop in the region of the research.

Keywords: Integrated management. Chemical ecology. Moth of the tomato. Agroecosystem.

1 INTRODUÇÃO

Em um sistema de cultivo que está sujeito ao ataque de insetos, se faz necessário a implantação de um programa de manejo de pragas, que requer um monitoramento dos insetos-praga, dos predadores, parasitoides, inimigos naturais e polinizadores que ocorrem nos agroecossistemas, para a tomada de decisão quanto ao controle e manejo adequado (HAJI et al., 2002).

O cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.; Solanaceae), citado em vários trabalhos como os de Peralta et al. (2005); Souza e Lorenzi, (2008); tem abrangência em grandes áreas tanto para consumo *in natura* como para o processamento na indústria. Ao redor do mundo não existe outra hortaliça de tão relevada importância econômica e versatilidade na utilização como alimento, bem como, aceito por consumidores das diversas camadas sociais (FILGUEIRA, 2003).

No tomateiro (*S. lycopersicum*), uma das pragas que se tornam um problema crucial para o agricultor é a traça-do-tomateiro, de acordo com Gravena e Benvenega (2003), os picos da flutuação populacional ocorrem em secas prolongadas e no inverno, sendo que em períodos chuvosos, a densidade populacional decresce, e isto aumenta se a cultura for irrigada com pivô central.

Nas lavouras a traça-do-tomateiro ocorre durante todo o período do ciclo da cultura, que depende da cultivar plantada, durando em média 110 dias. Santos et al. (2008) afirmam que a aplicação de produtos químicos no manejo integrado de pragas, pode tornar populações resistentes em áreas de cultivo prolongado. A decisão das aplicações e as misturas de inseticidas na cultura do tomate são planejadas em função do estágio fenológico e condições climáticas favoráveis ao ataque das pragas (GRAVENA e BENVENGA, 2003).

Técnicas de monitoramento de insetos na cultura do tomate já estão consolidadas no Brasil e o uso de feromônio sintético, seja para a coleta massal, ou para a tomada de decisão quanto ao manejo integrado de pragas. A amostragem da traça-do-tomateiro em plantas é o principal item que define o rendimento do inspetor de pragas em campo com novas tecnologias e estratégias como a utilização de armadilhas contendo o feromônio sintético (BENTO, 2000).

O controle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera:Gelechiidae) é realizado pelos agricultores através de produtos químicos, caracterizado por aplicações sucessivas de inseticidas. Entretanto, o uso de estratégias baseadas em feromônio é reconhecido como uma técnica de controle importante para *T. absoluta* (COCCO et al., 2013; MEGIDO et al., 2013).

Grandes avanços foram feitos no campo de semioquímicos para lidar com *T. absoluta*, especialmente feromônios sexuais que são atrativos importantes (Desneux et al., 2010). A biologia reprodutiva de *T. absoluta* suporta o uso potencial de aniquilação masculina como um método de controle eficaz para a reprodução desta praga, uma vez que os machos emergem antes das fêmeas e as fêmeas acasalam várias vezes (GARZIA et al., 2012).

As correlações simples entre variáveis são o passo inicial, apesar de possuir grande importância na quantificação da magnitude e direção (correlação negativa ou positiva) das influências de fatores, não relatam exatamente as relações de causa e efeito entre as variáveis. Daí a importância do desdobramento dos coeficientes de correlação, nos seus efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha (*path analysis*) desenvolvida por Wright (1921).

Este método é denominado análise de trilha ou análise de caminamento. O estudo apenas das correlações simples entre as variáveis, possibilita a obtenção de uma medida de associação, sem conclusões sobre causa e efeito, não possibilitando, portanto inferências sobre o tipo de associação existente entre as variáveis, sendo necessário seu desdobramento, feito por meio da análise de trilha (COIMBRA et al., 2005).

Conforme Cruz et al. (2004), o caminho de trilha serve para verificar se os efeitos diretos ou indiretos das variáveis explicativas (A_1, A_2, \dots, A_n) sobre a variável principal (B) devem ou não ser considerados no estudo. Se o coeficiente de trilha de uma determinada variável explicativa for numericamente menor que o coeficiente da variável residual, significa que esta variável independente deve explicar mudanças em B apenas indiretamente. Em outras palavras, esta variável por si só não é capaz de explicar variações em B. Ela pode ser importante apenas quando analisada em conjunto com outras variáveis. Um coeficiente de trilha numericamente maior do que o coeficiente da variável residual demonstra que existe efeito direto da variável explicativa sobre a variável principal.

Não existem informações sobre a flutuação populacional de *T. absoluta* na região agreste de Alagoas no cultivo de hortaliças e de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) com o uso de feromônio influenciado por parâmetros climáticos e amostragens das fases do inseto.

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise de trilha dos elementos climáticos identificando seus efeitos diretos e indiretos sobre a dinâmica populacional da *T. absoluta* em sistemas de cultivo de tomate na região agreste de Alagoas para a tomada de decisão do manejo integrado de pragas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área da pesquisa

O estudo foi realizado em duas áreas de cultivo de tomate, na região agreste de Alagoas, Nordeste do Brasil, com coordenadas geográficas Latitude 09° 81'76'' e Longitude 36° 59'42''. Nas áreas agrícolas prevalecem o solo latossolo vermelho amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2009), o clima conforme a classificação de Köppen tipo As', ou seja, tropical e quente, com médias de temperaturas com mínimas de 23°C e máxima de 32°C e precipitação pluviométrica de outono/inverno, entre 500 mm a 1.000 mm. Os dados climáticos foram coletados da estação automática no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e divulgado pela Secretaria de Recursos Hídricos de Alagoas - SEMARH (ALAGOAS, 2017).

Foi considerado dois sistemas de cultivo o convencional e orgânico com fileiras simples e separados por um metro e meio, com tamanho de aproximadamente 25 metros de comprimento, sendo divididas em áreas experimentais retangulares, equivalendo a uma área de 1,5 ha sendo quatro safras durante os anos agrícolas de 2015-2017 (Figura 11 A e B).

Figura 11. Cultivos de tomate sistema convencional e orgânico na região agreste de Alagoas, Brasil. (período da pesquisa 2015-2017).



Fonte: Foto do autor. (2015-2017).

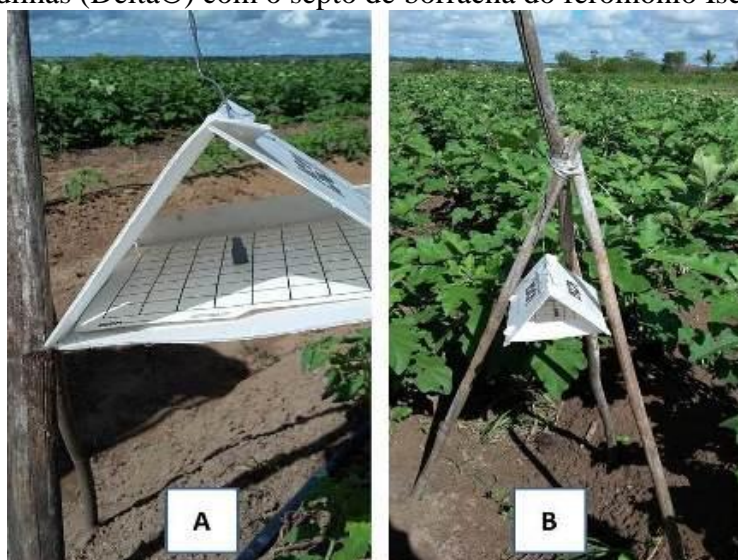
2.2 Monitoramento dos adultos de *T. absoluta* nas armadilhas Delta® eo feromônio ISCALureTuta®

Para o monitoramento de adultos, nas duas áreas experimentais, foram instaladas nos vértices opostos duas armadilhas do tipo Delta® com septo de látex impregnado com feromônio sexual ISCALureTUTA®, com uma estrutura suporte de arame no sentido longitudinal para a colocação do feromônio. O feromônio tem como componente principal (Acetatos de (E,Z,Z) - 3,8,11 -Tetradecadienila (1,4g/kg), disponibilizados em septos de borracha látex (borracha natural - 998,6 g/kg), mesmo componente utilizado por Roda et al. (2015) em cultivos no Panamá e na Florida.

O ISCALureTuta® é um atrativo específico e seletivo para a mariposa macho da Traça do Tomate (*Tuta absoluta*). Quando usado com armadilhas Delta Plástica identifica a presença da praga além de auxiliar na tomada de decisão de controle com dados precisos de flutuação populacional do inseto. Por capturar um número grande de traças pode ser usado para captura massiva exercendo efetivo controle (Figura 12 A e B).

Os Iscalures são evaporadores de feromônio, impregnados em septos de borracha. A liberação é controlada e constante, similar a do inseto alvo. Muito utilizado em sistemas de identificação de presença, flutuação populacional e captura massiva. A ação do feromônio atrai o macho para dentro da armadilha Delta onde ficam grudados num refil de papel (ISCA TECNOLOGIAS, 2017).

Figura 12. Armadilhas (Delta®) com o septo de borracha do feromônio IscalureTuta®.



Fonte: Foto do autor (2015-2017).

A coleta dos insetos para o registro do monitoramento feito a cada sete dias, no total de sessenta coletas/ano. O período da pesquisa foi de setembro de 2015 a fevereiro de 2017.

Para a análise dos dados da flutuação populacional do inseto alvo e suas fases de desenvolvimento, foram considerados os parâmetros climáticos da região agreste, como pluviosidade, umidade relativa, temperatura, velocidade do vento e radiação.

Os septos de borracha com o feromônio foram substituídos a cada trinta dias e os fundos (assoalho) da armadilha Delta trocados conforme a cola ficava sem apreender os insetos após a instalação das armadilhas. Os insetos capturados nas armadilhas foram contados e retirados com o auxílio de uma pinça em intervalos a cada sete dias, sendo acondicionados em potes com álcool a 70%. Identificado conforme chave pictórica de identificação da família. Os insetos foram reconhecidos através de chave de identificação (RAFAEL et al., 2012).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com duas áreas (armadilhas Delta + Septo com o feromônio) com 60 repetições. As armadilhas Delta foram fixadas em haste de bambu de modo a manter a altura cerca de vinte centímetros acima das plantas, de acordo com o estágio fenológico, as armadilhas foram movidas verticalmente. A análise dos dados foram realizadas através do *Software* GENES (CRUZ, 2006).

Os dados de captura dos adultos nas armadilhas Delta com Feromônio IscaluteTuta®, juntamente com o número médio de ovos, lagartas e minas encontrados na planta correlacionadas com as variáveis climáticas: pluviosidade, umidade relativa, temperatura, ventos e radiação, foram interpretados por meio de matriz de correlação de Pearson e os efeitos diretos e indiretos através da análise de trilha.

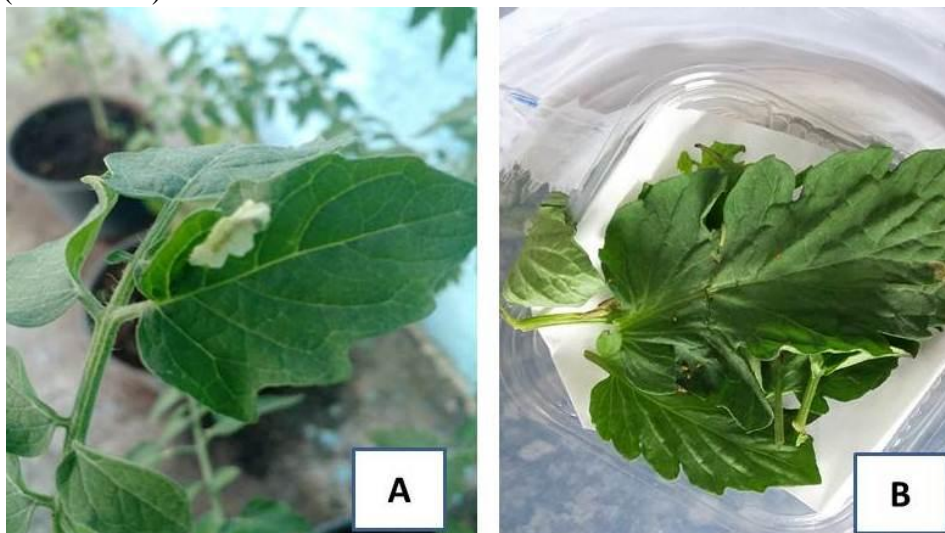
Na análise de trilha foi considerado as variáveis principais: adultos, ovos, lagartas e minas. E as variáveis; precipitação, umidade relativa, temperatura, velocidade do vento e radiação solar, como variáveis explicativas e correlacionadas. Antes da análise de trilha foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade, para identificar se as correlações entre as variáveis explicativas iriam afetar o resultado da análise de trilha sendo tomadas medidas para atenuar esse problema.

Os procedimentos nessa etapa de obter as matrizes de correlação, e realização do diagnóstico de multicolinearidade e análise de trilha foram realizados por meio de planilhas do Excel e do software GENES (CRUZ, 2006).

2.4 Monitoramento das fases do inseto no tomateiro

Nas duas áreas agrícolas o monitoramento das fases do inseto na planta, foi feita a cada quinze dias a partir dos 45 até os 150 DAE (dias após a emergência), conforme (Figuras 13 A e B). Cinco plantas escolhidas de forma aleatória em caminhamento em zigue-zague nas fileiras do tomateiro com área de 40 x 50 m, foram utilizados quatro procedimentos para amostragem de *T. absoluta*: 3 folhas do terço apical (ovos, lagartas e minas), 3 folhas do terço médio (ovos, lagartas e minas) e uma planta inteira (ovos, lagartas e minas), 05 frutos coletados por planta na parte superior para verificar a presença de ovos, injúrias ou minas. O delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (convencional e orgânico) e dez repetições (coletas). Levados para o laboratório e observados em lupas estereoscópicas com aumento de 80 X, esta metodologia foi adaptada de Gomide et al. (2001).

Figura 13. Ovos, lagartas e minas nas folhas do tomateiro no procedimento de amostragem das fases da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) coletados no campo. Agreste de Alagoas, Brasil. (2015-2017).



Fonte: Foto do autor. (2015-2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação das fases da *Tuta absoluta* no tomateiro

O monitoramento revelou a presença do inseto em suas fases de ovos e lagarta e os danos provocados nas plantas através das minas, em todo o ciclo da cultura (45 DAE aos 150 DAE), a *Tuta absoluta* tem um ciclo de vida de 36 a 38 dias, assim pode ter três gerações no

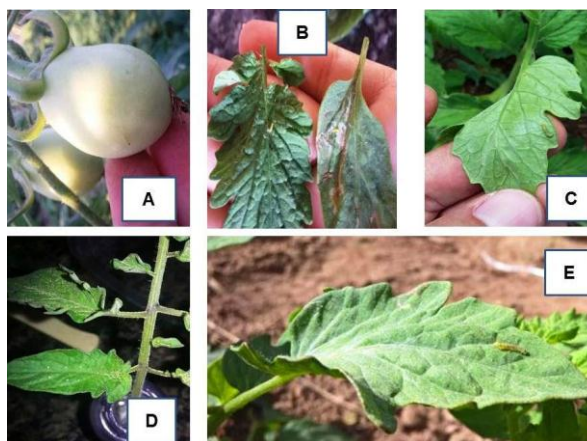
ciclo da cultura (Guedes e Picanço, 2012). As partes monitoradas da planta foram: terço apical, terço médio e planta inteira, e nos frutos com 2-3 cm de diâmetro (Figuras 14 A, B, C, D e E). No ponteiro, no terço médio, são as partes do tomateiro onde ocorrem a maior incidência de oviposição e danos. A traça do tomateiro tem preferência de habitat e nicho na planta nestas áreas. As lagartas de primeiro instar invadem essas regiões da planta (OEPP/EPPO, 2005; GUENAOUI, 2008).

A fase importante que requer a atenção do agricultor para a tomada de decisão quanto ao controle, é a oviposição. Segundo Gomide et al. (2001), o método de amostragem que monitora a presença de ovos na planta apresenta vantagens sobre os outros métodos. Os ovos são o primeiro indício da presença da praga na planta e, portanto, monitorá-los significa tomar a iniciativa do controle.

As folhas dos tomateiros são os locais que o inseto tem os primeiros estágios de vida, nas folhas minados e frutos broqueados de tomate, as lagartas de *T. absoluta* se desenvolvem. A avaliação mais confiável, para o monitoramento dos níveis populacionais, deve ser feita nos folhas (EPPO/IOBC/FAO/NEPPO, 2011).

Picanço et al. (2007), afirmam que as lagartas de primeiros instares de *T. absoluta* causam perda de até 100% atacando o tomate nas folhas, flores, caules e especialmente frutos. Na folha as larvas se alimentam no mesófilo, deixando a epiderme intacta. As minas da folha parecem um remendo irregular com extensões semelhantes a dedos, facilmente diferenciável das minas feitas por *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera:Agromyzidae). As larvas podem fazer várias minas na mesma folha ou para penetrar em outras folhas, incluindo o caule (ESTAY E BRUNA, 2002).

Figura 14. Ovos, lagartas e minas nas folhas dos tomateiros da *Tuta absoluta*.



Fonte: Foto do autor (2015-2017).

Os resultados da média de ovos, lagartas e minas monitoradas nos dois cultivos, foram significativamente diferentes pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 7). No sistema convencional as médias foram maiores do que no sistema orgânico. Em cultivos de solanáceas na região da Sardenha, na Itália, com o clima mediterrâneo, foram encontradas 2,7 minas/folhas e no fruto 11,3% de minas (DELRIO et al., 2012).

Tabela 7. Média das variáveis monitoradas e analisadas nos tomateiros (*Solanum lycopersicum*) (2015-2017).

Variáveis pesquisadas	Folhas do ponteiro (apical)		Folhas do terço médio		Planta inteira		Frutos (ovos) com 2 cm	
	Org	Conv	Org	Conv	Org	Conv	Org	Conv
Ovos	32a	66a	80a	91a	30b	78a	18a	30a
Minas (injurias)	23b	42b	54b	78a	66a	48b	17a	12b
Lagartas	19b	35b	41b	36b	54a	43b	7b	18b

Legenda: Orgânico (Org), Convencional (Conv.). Médias não seguidas pela mesma letra diferem significativamente na coluna pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: dados da pesquisa.

Cocco et al. (2015) relatam que na região do Mediterrâneo; na Europa, relata uma alta infestação de pragas nas folhas de tomate (3.8 minas / folhas) e frutos (27% de frutos danificados). Ovos, larvas e adultos foram detectados ao longo de dois invernos consecutivos, indicando que *T. absoluta* pode desenvolver-se continuamente ao longo do ano em condições naturais.

Garzia et al. (2012) relatam que a *T. absoluta* pode ser verificada nas plantas durante todo o ciclo de desenvolvimento, no período de frutificação, a infestação é mais presente devido à menor eficácia de controle sobre as lagartas no interior dos frutos e coincidir o período da colheita, quando diminui a aplicação de inseticidas.

As lagartas constatadas nas folhas do tomateiro, quando vistas durante a inspeção nesta pesquisa, se deve ao fato de que estavam mudando de minas na folha, levantou-se a hipótese que a temperatura pode influenciar neste comportamento, uma vez que o horário escolhido para este monitoramento foi o vespertino a partir das 15 horas.

Benvenga et al. (2007) abordaram uma correlação significativa entre o número de capturas nas armadilhas e o aumento do ataque de *T. absoluta* em tomate cultivado em ambiente protegido. Cabello et al. (2010) concluíram para a necessidade de monitorar de forma regular as plantas para detectar a presença de lagartas, já que nem sempre a presença e número destas está correlacionada com o número de adultos capturados nas armadilhas.

Como Torres et al. (2001), também relatam que este comportamento da traça do tomateiro pode estar relacionado ao aumento de temperatura no interior da mina exposta ao sol, outra hipótese é o acúmulo de excrementos dentro da mina que acabam por depreciar o mesófilo da folha fonte do seu alimento.

Os resultados revelaram que a ocorrência da traça do tomateiro na planta não atingiu o nível de ação que é 25 lagartas por planta (GRAVENA e BENVENGA, 2003; CELI et al., 2010). A flutuação populacional de *Tuta absoluta* ao longo da pesquisa (2015-2017) variou entre 5 a 15 insetos por dia encontrado na armadilha. Pode-se atribuir este fato ao manejo pelo produtor na aplicação de produtos químicos no sistema convencional e no sistema orgânico, com a aplicação de produtos naturais, bem como ao plantio de outras culturas na área no final da colheita. BACCI (2006) afirma que em regiões onde é adotada a prática da rotação de culturas, a sazonalidade influencia na presença de insetos-praga.

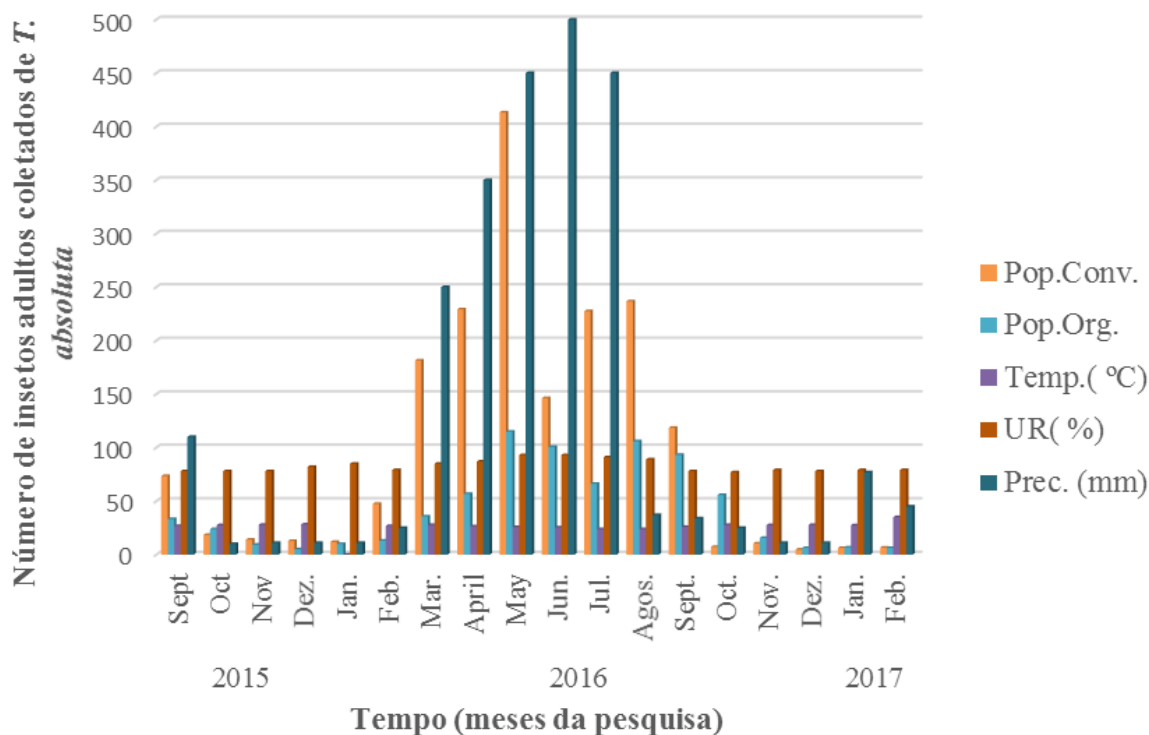
A traça do tomateiro se manteve ao longo do ciclo da cultura desde os primeiros dias da emergência até o final do ciclo. Esta hipótese pode ser comprovada *in loco* nos restos culturais da safra, quando uma fração da população consegue se manter no campo ou em novas plantas de tomate que germinam a partir de sementes de frutos caídos, corroborando a hipótese que melhor explica o aparecimento de *T. absoluta* (INCAPER, 2010).

3.2 Avaliação do monitoramento dos adultos de *Tuta absoluta* na armadilha Delta com o feromônio ISCALureTuta®

No monitoramento do inseto com o uso do feromônio nas áreas agrícolas, a população de machos acumulou um total de 6.623 insetos no sistema convencional, 2.270 insetos no sistema orgânico, revelando que o inseto tem presença endêmica na região agreste de Alagoas.

A flutuação populacional da traça do tomateiro na região agreste de Alagoas nos meses mais frios, foi maior do que a ocorrência no período mais quente, com média de 415 no período do inverno (Figura 15). Bacci (2006) registrou alguns picos da praga nos meses de inverno, em Minas Gerais, uma vez que na cultura do tomateiro está disponível durante todo o ano. A adoção da prática do monitoramento das populações dos insetos-praga ao longo do ciclo da cultura é fundamental para auxiliar na tomada de decisão do controle, reduzindo o uso de inseticidas (SANTOS, 2007; MARSARO JÚNIOR et al., 2010).

Figura 15. Flutuação populacional da *Tuta absoluta* com a armadilha Delta com feromônio IscalureTuta® na região agreste de Alagoas e o monitoramento das variáveis climáticas (set/2015-fev/2017).



Fonte: Dados da Pesquisa.

Al-Zaidi (2010) utilizou o efeito combinado de feromônio e de luz em armadilhas de captura em massa, obtendo resultados significativos, sendo uma estratégia importante para recomendações de adoção do manejo integrado de pragas que diminuirão o número de indivíduos na população desse inseto em culturas de tomate ou de solanáceas.

Os dados coletados dos adultos nas armadilhas revelam que a flutuação populacional da traça do tomateiro (*T. absoluta*) na região agreste se apresenta como um caso atípico, quanto ao aumento da densidade demográfica da espécie nos cultivos regulada pelas condições climáticas. Santos et al. (2008), concluíram em seu trabalho que ao final do ciclo da cultura ocorre maior captura de adultos nas armadilhas devido às condições climáticas favoráveis ao inseto e à diminuição das aplicações de inseticidas.

Em contrapartida Cocco et al. (2015), aplicando condições semelhantes com uso de feromônio, apresentaram resultados em que as capturas dos machos e a infestação foliar foram baixas no inverno e aumentaram de forma constante na primavera, até 797,3 machos/armadilha/semana e 6,4 minas/folhas, respectivamente. Em condições de campo

aberto, os machos foram capturados durante todo o ano com um pico no início de setembro, simultaneamente com as temperaturas diárias médias mais altas.

Esse trabalho apresentou picos populacionais de *T. absoluta* nos meses do inverno. Para ressaltar os aspectos climáticos Alvarenga (2004) relatou que se a produção de tomate for em ambiente protegido, a baixa umidade relativa do ar e a ocorrência de altas temperaturas provocam aumento da taxa de transpiração até o fechamento de estômatos, redução da taxa de polinização, abortamento de flores e, conseqüentemente, menor produção, mas não é o caso dos resultados desse trabalho.

Apesar dos dados não impactarem diretamente nos insetos, a presença do vento está dentre os mecanismos utilizados pelas plantas para atração de potenciais insetos polinizadores, sendo o estímulo olfativo um dos primordiais (Vainstein et al., 2001). Outros fatores abióticos influenciaram nas taxas de visitas, pois a combinação de altos valores de luminosidade e temperatura favorece as visitas. Barbosa et al. (2016), afirmam que também a umidade relativa do ar e baixas temperaturas, vento e baixa insolação influenciam certos insetos como os da família Apidae.

Gravena e Benvenega (2003), afirmam que os picos da flutuação populacional ocorrem em secas prolongadas e no inverno, sendo que em períodos chuvosos, a densidade populacional decresce. Na região agreste de Alagoas, os picos populacionais, foram observados nos períodos (maio a setembro) nos dois cultivos de tomate e na área do pousio, onde a umidade relativa (UR) apresentou uma média de 85% e a temperatura (T) uma média de 28 °C apresentando um fotoperíodo diário de 12 horas. A troca do septo de borracha do feromônio se deu a cada 30 dias e a contagem dos adultos capturados na armadilha a cada sete dias.

Tonnang et al. (2015) apresentaram resultados que a temperatura e a umidade caracterizaram o crescimento da população de *T. absoluta*, enquanto a habilidade da praga para sobreviver às condições de estresse frio, quente, úmido e seco são as principais características que definem suas formas de adaptação. A biologia e ecologia da praga são objetos de estudo em todo o mundo, especialmente na Europa e na África, para estimar sua adaptação climática e propagação potencial em escala regional e global.

3.3 Análise da Correlação das variáveis estudadas

Os dados dos coeficientes de correlação simples de Pearson (Tabelas 8 e 9) consideram que os coeficientes de correlação elevados entre as variáveis independentes diferentes de zero, são estatisticamente significativos.

Na Tabela 8 os resultados da matriz de correlação simples (r) entre as variáveis estudadas apontam para os coeficientes (r) com maior significância entre as variáveis bióticas e correlacionadas, observadas nas fases de desenvolvimento do inseto, tendo como principal variável o adulto ($r = 0,78$). Nas variáveis climáticas (abióticas) os coeficientes revelaram valores de correlação positiva, com a principal; precipitação ($r = 0,80$), umidade relativa ($r = 0,43$) e radiação ($r = 0,41$) e duas variáveis com correlação negativa (temperatura $r = -0,13$; ventos $r = -0,38$), provocando efeito inverso da variável principal. A extração da matriz de correlação possibilita a escolha das variáveis mais significativas, as quais têm um papel destacado na interpretação da proposta de estudo. Bevenga et al. (2007) em trabalhos similar, concluíram uma correlação positiva entre o número de insetos e a produtividade. Bacci (2006) também observou este efeito das correlações entre as variáveis climáticas; precipitação ($r = 0,63$), vento ($r = 0,48$), temperatura ($r = 0,15$), na região de Minas Gerais.

Tabela 8. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis avaliadas no levantamento populacional da *Tuta absoluta* na região agreste de Alagoas – cultivo convencional (período de 2015-2017). Precipitação (Prec.); Umidade relativa (UR); Temperatura (Temp.); Ventos (Vent.); Radiação (Rad.).

	Ovos	Lagartas	Mínas	Adultos	Prec.	UR	Temp	Vent	Rad
Ovos	-								
Lagartas	0.95*	-							
Mínas	0.90*	0.94*	-						
Adultos	0.78*	0.74*	0.64*	-					
Prec.	0.66*	0.61*	0.52*	0.80*	-				
UR	0.41*	0.42*	0.49*	0.43*	0.45*	-			
Temp	-0.13*	-0.15*	-0.20*	-0.13*	-0.04 ^{ns}	-0.33*	-		
Vent	-0.16*	-0.19*	-0.09 ^{ns}	-0.38*	-0.25*	-0.39*	0.53*	-	
Rad	0.49*	0.43*	0.42*	0.41*	0.52*	0.02 ^{ns}	0.37*	0.23*	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,5$). ns não significativo ($p \geq 0,5$), pelo teste t. *Software Action* (2014).

Fernandes et al. (2009), em trabalhos com *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em cultivos de café, observou em análise de trilha que as variáveis ambientais que mais influenciaram a intensidade de ataque desta praga foram a precipitação pluviométrica ($r = 0,69$), a temperatura do ar ($r = -0,40$), a radiação solar ($r = -0,44$), alguns desses coeficientes são diferentes dos encontrados nesse trabalho.

Os coeficientes de correlação foram calculados para cada variável principal em combinação com as variáveis independentes. Foram interpretados, conforme modelo proposto por Franzblau (1958) em que: 0–0,19 são nulos ou desprezíveis; 0,2-0,39 são baixas; 0,4-0,59 são moderadas; 0,6-0,79 são acentuadas; e 0,81-1,00 são altas (PEREIRA, 2015).

Estes coeficientes de correlação apesar de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências de fatores na determinação de caracteres complexos, não dão a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores (CRUZ, CARNEIRO, 2006).

Quando a variável principal apresenta correlações significativas com outras variáveis, um procedimento indicado é a utilização da análise de trilha, que indica entre as variáveis com correlações significativas com a variável básica, aquelas que possuem maiores efeitos diretos no sentido desejado (JUNIOR et al., 2003).

Na Tabela 9 no sistema orgânico, os resultados da matriz de correlação apontam para os coeficientes (r), é possível observar que as variáveis independentes de maior correlação com a dinâmica populacional, representada pela captura dos adultos de *T. absoluta*, são: pluviosidade, umidade relativa e a radiação com aproximadamente ($r= 0.83$, $r= 0.52$ e $r= 0,45$) respectivamente. As variáveis: Temperatura e Velocidade de vento, também apresentaram uma correlação, embora com o valor de módulo negativo ($r= -0,19$ e $r= -0,43$ respectivamente) ou seja, estas variáveis podem exercer efeito indireto sobre a população de adultos na região do cultivo de tomate no agreste de Alagoas, em direção oposta ao que a variável principal se comporta.

Tabela 9. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis avaliadas no levantamento populacional da *Tuta absoluta* na região agreste de Alagoas – cultivo orgânico (período de 2015-2017). Precipitação (Prec.); Umidade relativa (UR); Temperatura (Temp.); Ventos (Vent.); Radiação (Rad.).

	Ovos	Lagartas	Minas	Adultos	Prec	UR	Temp	Vent	Rad
Ovos	-								
Lagartas	0.49*	-							
Minas	0.44*	0.91*	-						
Adultos	0.32*	-0.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-					
Prec.	0.19*	-0.05 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.83*	-				
UR	0.40*	0.16*	0.20*	0.52*	0.45*	-			
Temp	0.01 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	-0.24*	-0.19*	-0.04 ^{ns}	-0.33*	-		
Vent	-0.20*	0.24*	0.19*	-0.43*	-0.25*	-0.39*	0.53*	-	
Rad	-0.02 ^{ns}	-0.30*	-0.30*	0.45*	0.52*	0.02*	0.37*	0.23*	-

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$). *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,5$). ns - não significativo ($p \geq 0,5$), pelo teste t. *Software Action* (2014).

Os dados nas Tabela 10 e 11 são referentes aos resultados obtidos da análise de trilha, desdobrando as correlações das variáveis explicativas em seus efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal, o valor do coeficiente de determinação e o efeito da variável residual.

As variáveis dependentes e principais nos dois cultivos: ovos, lagartas, minas e adultos, são correlacionadas com as variáveis independentes: Precipitação Pluviométrica, Umidade Relativa, Temperatura média, Velocidade do vento e Radiação, também estão correlacionadas entre si. Podem explicar através dos coeficientes da análise de trilha e o residual, os efeitos diretos e indiretos sobre a dinâmica populacional da *T. absoluta*.

A alta densidade populacional de *T. absoluta* durante o período do inverno maio a setembro (meses chuvosos) é atribuído a falta do manejo dos restos culturais adequado e aos efeitos diretos e indiretos dos elementos climáticos sobre esta praga, observados nos dois sistemas de cultivo de tomate. A redução da densidade nos meses de novembro a abril (compreende os meses da estiagem) é atribuído a rotação de cultura e o aumento da velocidade do vento e da temperatura do ar, bem como a radiação; que podem ser as causas dos ciclos sazonais de crescimento das populações. O declínio das populações correlacionou-se com o efeito negativo direto e indireto da temperatura sobre *T. absoluta* (BACCI, 2006; BARBOSA et al., 2016).

Segundo Medeiros (2002), os principais elementos climáticos que proporcionam energia para evaporação e remoção de vapor de água a partir de superfícies evaporantes, aqui considerado o agroecossistema são: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e déficit de pressão de vapor. Desses, a radiação solar é o elemento de maior importância na demanda evaporativa da atmosfera.

Quando se observa os efeitos diretos e indiretos das variáveis bióticas com via indireta das condições climáticas, algumas dessas variáveis se correlacionam, a depender do estágio de desenvolvimento, a saber: ovos x lagartas, minas x lagartas em função do adulto da *T. absoluta* coletado nas armadilhas nos dois cultivos. Nas variáveis abióticas com via indireta, são correlacionadas: temperatura x ventos, umidade relativa x precipitação e a radiação causando efeito negativo na média de temperatura (GRAVENA E BEVENGA, 2003).

Conforme Nogueira et al. (2012), quando se interpreta correlações, três aspectos são considerados: a magnitude, a direção e a significância. Estimativa de coeficiente de correlação positiva indica a tendência de uma variável aumentar quando a outra também aumenta, e correlações negativas indicam tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui.

Na Tabela 10 os dados dos coeficientes de determinação, revelam os efeitos diretos e indiretos nas variáveis principais via independentes (elementos climatológicos), e explicam a dinâmica populacional, a exemplo da variável ovos, que contribuiu com 53% na permanência dos adultos nos cultivos ($R^2= 0.53$). Na variável lagartas, teve uma participação de 46% neste incremento dos adultos ($R^2=0,46$). Os danos provocados pela ação da *T. absoluta* nos órgãos do tomateiro, através das minas, foi de 48% ($R^2=0,48$). Esses elementos climatológicos influenciaram de forma direta em 68% ($R^2= 0,68$), a precipitação contribui para a presença do adulto no cultivo convencional. Pode-se levantar também a hipótese da ausência de inimigos naturais, pela sistemática aplicação de inseticidas.

Tabela 10 – Efeitos diretos e indiretos de variáveis bióticas e abióticas no sistema convencional sobre o número de adultos de *Tuta absoluta*.

Item	Precipitação	UR	Temp.(°C)	Ventos	Rad.
Efeito Direto sobre número ovos	0.4057	0.1650	-0.2134	0.0362	0.3519
Efeito indireto via PREC	-	0.1852	-0.0189	-0.1015	0.2139
Efeito indireto via UR	0.0753	-	-0.0546	-0.0656	0.0035
Efeito indireto via TEMP	0.0099	0.0707	-	-0.1133	-0.0792
Efeito indireto via VENT	-0.0090	-0.0144	0.0192	-	0.0086
Efeito indireto via RAD	0.1855	0.0076	0.1305	0.0838	-
Correlação de Pearson (r)	0.6674	0.4141	-0.1372	-0.1604	0.5825
Coefficiente de determinação (R^2)	0.53				
Efeito da variável Residual	0,67				
Efeito Direto sobre número Lagartas	0.3590	0.1939	-0.1939	0.0048	0.3102
Efeito indireto via PREC	-	0.1639	-0.0167	-0.0898	0.1893
Efeito indireto via UR	0.0885	-	-0.0642	-0.0771	0.0042
Efeito indireto via TEMP	0.0090	0.0642	-	-0.1029	-0.0719
Efeito indireto via VENT	-0.0012	-0.0019	0.0025	-	0.0011
Efeito indireto via RAD	0.1635	0.0067	0.1151	0.0739	-
Correlação de Pearson (r)	0.6188	0.4268	-0.1572	-0.1911	0.5068
Coefficiente de determinação (R^2)	0.46				
Efeito da variável Residual	0,72				
Efeito Direto sobre número Minas	0.1634	0.3676	-0.3069	0.1548	0.4047
Efeito indireto via PREC	-	0.0746	-0.0076	-0.0408	0.0862
Efeito indireto via UR	0.1678	-	-0.1218	-0.1462	0.0080
Efeito indireto via TEMP	0.0143	0.1017	-	-0.1629	-0.1139
Efeito indireto via VENT	-0.0387	-0.0615	0.0821	-	0.0368
Efeito indireto via RAD	0.2133	0.0088	0.1501	0.0964	-
Correlação de Pearson (r)	0.5201	0.4912	-0.2041	-0.0987	0.5182
Coefficiente de determinação (R^2)	0.48				
Efeito da variável Residual	0,71				
Efeito Direto sobre número adultos	0.6612	0.0409	-0.0143	-0.2237	0.1254
Efeito indireto via PREC	-	0.3018	-0.0309	-0.1654	0.3486
Efeito indireto via UR	0.0186	-	-0.0135	-0.0162	0.0008
Efeito indireto via TEMP	0.0006	0.0047	-	-0.0076	-0.0053
Efeito indireto via VENT	0.0559	0.0889	-0.1187	-	-0.0533
Efeito indireto via RAD	0.0661	0.0027	0.0465	0.0298	-

Correlação de Pearson (r)	0.8024	0.4390	-0.1309	-0.3831	0.4460
Coefficiente de determinação (R ²)	0.68				
Efeito da variável Residual	0,55				

**Significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade.

Bacci (2006) em seu trabalho, afirma que a dinâmica populacional de *T. absoluta* depende dos fatores climáticos de forma direta, os ventos favorecem a dispersão dos adultos, a chuva, pode promover a mortalidade de ovos e de lagartas, a temperatura afeta o desenvolvimento e a reprodução do inseto e de forma indireta, afeta os inimigos naturais.

Pode-se inferir que a precipitação na região agreste de Alagoas pode prejudicar no manejo da *T. absoluta*, quando se parte da premissa da aplicação de produtos químicos para o controle da traça nos cultivos de tomate, que podem estar sendo prejudicados pela quantidade de chuvas, pois a água dilui o produto nas folhas do tomateiro causando a ineficiência do manejo. Siqueira et al. (2001) abordam a aplicação de produtos sintéticos e a resistência da *T. absoluta* em cultivos de tomateiros com esta abordagem da diluição dos produtos pela chuva.

Bacca et al. (2006) ressaltam que em Minas Gerais, a precipitação afeta negativamente sobre a dinâmica populacional de *T. absoluta*, pois prejudica o vôo e reduz o encontro de parceiros, diminuindo a reprodução, porém; essas informações diferem dos dados deste trabalho. As variações climáticas podem influenciar diretamente ou indiretamente, os insetos fitófagos, na oviposição, alimentação, crescimento, desenvolvimento, reprodução e migração (KAMATA, 2000; HOPKINS e MEMMOTT, 2003).

No cultivo convencional o coeficiente residual com um maior valor sobre o efeito direto, foram as variáveis lagartas (0,72), seguido da variável minas (0,71), como estes coeficientes foram maiores que o de trilha, os efeitos das variáveis explicativas são indiretos sobre a principal. A sobrevivência das lagartas se faz através da alimentação no mesófilo das folhas ou outras partes do tomateiro, colaborando com a permanência do adulto da *T. absoluta* na região do cultivo. Logo, dentro do mesófilo, as lagartas podem não sofrer diretamente as ações do clima ou de manejo integrado de pragas.

Os dados da Tabela 11 do sistema orgânico apresentam coeficientes diferentes do que no sistema convencional, embora estejam sob as mesmas condições climáticas. A presença do adulto da *T. absoluta* sob às influências das variáveis climáticas, deve-se ao fato de que no manejo orgânico, com viés agroecológico, existem espécies hospedeiras. A aplicação de produtos naturais no manejo possibilita um controle que pode estar induzindo a resistência, isso se comprova pelo coeficiente maior (R²=0,78), os efeitos indiretos das variáveis climáticas contribuiu em 78% para a presença do inseto no cultivo durante os ciclos da

cultura. Bacci (2006), afirma que os elementos climáticos pode influenciar sobre a população de *T. absoluta*, pois afeta seus inimigos naturais.

Na variável, ovos; que requer atenção do agricultor para o controle, não apresentou um percentual muito significativo ($R^2=0,22$), representa 22% no incremento de adultos no sistema orgânico. Na sequência do desenvolvimento do inseto, as lagartas apresentaram o coeficiente de ($R^2=0,35$), significando uma contribuição de 35% neste estágio para a fase adulta. Este cultivo é controlado por produtos naturais.

As minas provocadas pelas lagartas, resultam da alimentação destas, para o seu desenvolvimento em pupas e conseqüentemente em adultos. O coeficiente de determinação ($R^2=0,48$), significando danos para o tomateiro, mas de forma direta um estágio importante da *T. absoluta* para a fase seguinte. Gonring (2004), aborda sobre a sequência de eventos da *T. absoluta* em tomateiros, a partir da presença do adulto, na oviposição, lagartas, minas e broqueamento dos frutos.

O maior efeito direto (ED) corroborado pelo coeficiente residual maior que o de trilha foi sobre o número de ovos (0,88), seguido do ED sobre a variável lagartas (0,80). Essas variáveis são responsáveis pela endemismo do adulto de *T. absoluta* no cultivo de tomate na região Agreste de Alagoas.

Tabela 11 – Efeitos diretos e indiretos de variáveis bióticas e abióticas no sistema orgânico sobre o número de adultos de *Tuta absoluta*.

Item	Precipitação	UR	Temp.(°C)	Ventos	Rad.
Efeito Direto sobre número ovos	0.0399	0.4295	0.2815	-0.1442	-0.1211
Efeito indireto via PREC	-	0.0182	-0.0018	-0.0100	0.0210
Efeito indireto via UR	0.1961	-	-0.1423	-0.1708	0.0093
Efeito indireto via TEMP	-0.0131	-0.0932	-	0.1494	0.1044
Efeito indireto via VENT	0.0360	0.0573	-0.0765	-	-0.0343
Efeito indireto via RAD	-0.0638	-0.0026	-0.0449	-0.0288	-
Correlação de Pearson (r)	0.1951	0.4092	0.0160	-0.2040	-0.0495
Coeficiente de determinação (R^2)			0.22		
Efeito da variável Residual			0,88		
Efeito Direto sobre número Lagartas	0.2656	0.2519	-0.1187	0.6037	-0.5484
Efeito indireto via PREC	-	0.1212	-0.0124	-0.0664	0.1400
Efeito indireto via UR	0.1150	-	-0.0835	-0.1002	0.0054
Efeito indireto via TEMP	0.0055	0.0393	-	-0.0630	-0.0440
Efeito indireto via VENT	-0.1510	-0.2401	0.3204	-	0.1438
Efeito indireto via RAD	-0.2892	-0.0119	-0.2035	-0.1307	-
Correlação de Pearson (r)	-0.0541	0.1604	-0.0977	0.2434	-0.4339
Coeficiente de determinação (R^2)			0.35		
Efeito da variável Residual			0,80		
Efeito Direto sobre número Minas	0.5166	0.1589	-0.3047	0.6984	-0.6298
Efeito indireto via PREC	-	0.2358	-0.02415	-0.1292	0.2724

Efeito indireto via UR	0.0725	-	-0.0526	-0.0632	0.0034
Efeito indireto via TEMP	0.0142	0.10099	-	-0.1617	-0.1130
Efeito indireto via VENT	-0.3320	-0.2777	0.3707	-	0.1664
Efeito indireto via RAD	-0.1747	-0.0137	-0.2337	-0.1500	-
Correlação de Pearson (r)	0.0966	0.2042	-0.2444	0.1943	-0.4506
Coefficiente de determinação (R ²)			0.48		
Efeito da variável Residual			0,71		
Efeito Direto sobre número adultos	0.6086	0.1194	-0.0759	-0.2412	0.2139
Efeito indireto via PREC	-	0.2778	-0.0284	-0.1522	0.3209
Efeito indireto via UR	0.0545	-	-0.0395	-0.0475	0.0026
Efeito indireto via TEMP	0.0035	0.0251	-	-0.0403	-0.0281
Efeito indireto via VENT	0.0603	0.0959	-0.1280	-	-0.0574
Efeito indireto via RAD	0.1128	0.0046	0.0794	0.0509	-
Correlação de Pearson (r)	0.8397	0.5228	-0.1924	-0.4303	0.5028
Coefficiente de determinação (R ²)			0.78		
Efeito da variável Residual			0,45		

**Significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade.

Conforme BALZAN e MOONEN (2012) afirmam, os resultados mostram um dano de colheita relativamente maior para os tomates transplantados mais tarde na estação e colhidos no final de agosto até o início de setembro, e danos nos frutos causados por esta praga durante o segundo ano do estudo, tanto para cultivos convencionais quanto para manejo orgânico. Na Europa (Itália), as estratégias biológicas e químicas de manejo de pragas para o controle de *T. absoluta* adotadas pelos agricultores da região são sempre revisadas e discutidas (RIUDAVETS et al., 2016).

4 CONCLUSÕES

Para esta região Agreste de Alagoas, verificou-se que os picos populacionais ocorrem nos meses do inverno. A colocação das armadilhas com o feromônio IscalureTuta®, neste período, evita-se os acasalamentos e controla a população do inseto.

A análise de trilha possibilitou estimar o coeficiente de correlação entre as variáveis climáticas e as variáveis bióticas sobre a dinâmica populacional da *T. absoluta* e que demonstrou os efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a principal, foco do estudo.

Quando os coeficientes de determinação (R²) forem maiores nas análises de trilha, indicam que os componentes climatológicos avaliados explicam grande parte da variação na dinâmica populacional da *T. absoluta*.

Pela análise dos efeitos diretos das variáveis climáticas sobre as bióticas, o número de adulto foi a variável que melhor se correlacionou com as variações climáticas. Isso demonstra a possibilidade de planejamento significativo para a prática do manejo integrado de pragas.

Estudos que desconsideram as variáveis de radiação solar, temperatura, umidade relativa e a velocidade do vento podem levar a resultados duvidosos.

Estudos posteriores com o viés de trabalhar o manejo com estratégias e táticas desta praga devem levar em consideração o seu ciclo de ocorrência e os elementos relacionados com os impactos sazonais em suas populações.

5 REFERÊNCIAS

- ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – AL. Diretoria de Meteorologia. **Boletim anual de dados climatológicos**. 2017. Disponível em: <<http://meteorologia.semarh.al.gov.br/relatoriospdf/>>. Acesso em 23 abr. 2017.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: _____. **Tomate: produção em campo e casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
- AL-ZAIDI, S. Manejo de *Tuta absoluta* mediante feromonas. **Phytoma - España**, 217: 41. 2010.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS. Cleonice de Carvalho (org). Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta, Santa Cruz, 2016. 64 p.
- ARAUJO, G.L.; REIS, E.F.; MOREIRA, G.R. Correlações entre variáveis Climáticas e seus efeitos sobre a evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 5(2):96–104.2011.
- BACCA, T.; LIMA, E. R.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R.N.C.; VIANA, J. H. M. Optimum spacing of feromone traps for monitoring the coffe leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis at Applicatta**. v. 19 p. 39-45. 2006.
- BACCI, L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2006.
- BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; MOURA, M. F.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SEMEÃO, A.A. Sampling plan for *Diaphania* spp. (Lepidoptera:Pyralidae) and for Hymenopteran parasitoides on cucumber. **Journal of Economical Entomology**. v. 99. n. 6. 2006.
- BALZAN, M. V.; MOONEN. Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivations of processing tomato in Tuscany (Italy). **BULLETIN OEPP**. Pp. 217-225. 2016.
- BARBOSA, B. C.; PASCHOALINI, M.; MACIEL, T.T.; PREZOTO, F. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). **Entomotropica** 31(16): 131-136. 2016.
- BENVENGA, S. R.; FERNANDES, O. A; GRAVENA, S. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. **Horticultura Brasileira** 25: 164-169. 2007.
- BENTO, J. M. S. Controle de insetos por comportamento: feromônios. In: GUEDES JC; COSTA ID; CASTIGLIONI E. *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p. 85–97. 2000.
- CABELLO, T.; GALLEGRO, J.R.; FERNÁNDEZ, F.J.; VILA, E.; SOLER, A. E PARRA, A. Aplicación de parasitoides de huevos en el control de *Tuta absoluta* en España. **Phytoma-España**, 2010. 217: 53-59.

CELIL CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D. Determination of levels of damage caused by different densities of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) under greenhouse conditions. **Agronomía Colombiana** 28: 401-411. 2010.

COIMBRA, J. L. M.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; OLIVEIRA, A. C. de; CARVALHO, F. I. F.; GUIDOLIN, A. F.; SOARES, A. P. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 347-352, 2005.

COCCO, A.; DELIPERI, S.; DELRIO, G. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. **Journal of Applied Entomology**, 137(1/2):16-28. 2013.

COCCO, A.; DELIPERI, S.; LENTINI, A.; MANNU, R.; DELRIO, G. Seasonal phenology of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected and open-field crops under Mediterranean climatic conditions. **Phytoparasitica**, 43(5), 713-724. 2015.

CRUZ, C. D. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2.

DELRIO, G.; COCCO, A.; DELIPERI, S.; Prospettive e Limiti Dell'impiego di Feromoni Sessuali Per La Lotta Contro la Tignola del Pomodoro. **Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia**. Anno LX, 2012: 103-109.

DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; WYCKHUYS, K. A. G.; BURGIO, G.; ARPAIA, S.; NARVÁEZ-VASQUEZ, C. A.; GONZALEZ-CABRERA, J.; RUESCAS, D. C.; TABONE, E.; FRANDON, J.; PIZZOL, J.; PONCET, C.; CABELLO, T.; URBANEJA, A. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 83, p. 197- 215, 2010.

EMBRAPA. Mapa exploratório do reconhecimento do solo em Arapiraca-AL. 2009. Disponível em: < <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=al> > Acesso em 17 mar. 2017.

EPPO/IOBC/FAO/NEPPO. Joint International Symposium on the management of *Tuta absoluta*. Agadir, Morocco, 2011-11-16/18. Disponível em: < http://archives.eppo.int/MEETINGS/2011_conferences/tuta_absoluta.htm >. Acesso em 08 set. 2017.

ESTAY, P.; BRUNA, A. **Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile**. Santiago, INIA La Platina: 111 p. 2002.

FERNANDES, F. L.; MANTOVANI, E. C.; BONFIM NETO, H.; NUNES, V. V. Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology**, 38(3), 410-417. 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló.** Lavras: UFLA, 2003. 331 p.

GARZIA, G. T.; SISCARO, G.; BIONDI, A.; ZAPPALÀ, L. *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: Biology, distribution and damage. **EPPO Bull.** 42: 205– 210. 2012.

GONRING, A. H. R. **Sistemas de tomada de decisão para o manejo integrado de pragas de *Tuta absoluta* (Meyrick) na cultura do tomate.** Viçosa, 2004. 160 p. Tese. (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa. 2004.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S. R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate.** Jaboticabal: Gravena. 143 p. 2003.

GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **Journal compilation. OEPP/EPPO, EPPO Bulletin.** 42, 211–216. 2012.

GOMIDE, E. V. A.; VILELA, E. F.; PICANÇO, M. Comparação de procedimentos de amostragem de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro estaqueado. **Neotrop. Entomol.** 30: 697-705. 2001.

GUENAOUI, Y. Nouveau ravageur de la tomate en Algérie: Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps. **Phytoma**, 618, 18–19. 2008 (in French).

HAJI, F. N. P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J. P. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊAFERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p. 477-494.

HOPKINS, G.W.; MEMMOT, J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecology Entomology**, v.28, n.6, p.687-693, 2003.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático Produção Agrícola.** Rio de Janeiro v.30 n.2 p.1-83. Fevereiro - 2017.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Tomate.** Vitória, ES: Incaper, 2010. 430 p.

ISCA TECNOLOGIAS. **Feromônio ISCALure Tuta - Atrativo para captura da Traça do Tomate.** Ficha Técnica. Código do Produto nº 10102006. Isca Tecnologias LTDA. Disponível em: < <http://www.isca.com.br/pt/produtos/p/816d6c9e-46a7-4f74-8629-77cdd36ab0ab/iscalure-tuta> >. Acesso em 03 jun. 2017.

JÚNIOR, D.G.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; SOUZA, P.E.; CARVALHO, J.G.; BALIEIRO, A.C. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira** 28(3), p.286-291, 2003.

KAMATA, N. Population dynamics of the beech caterpillar, *Syntypistis punctatella*, and biotic and abiotic factors. **Popul Ecol** (2000) 42: 267-2000.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; PEREIRA, P. R. S.; SILVA, W. R.; GRIFFEL, S. C. P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambiental**, v.8, p.71-76, 2010.

MEGIDO, R. C.; HAUBRUGE, E.; VERHEGGEN, F. J. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, 17(3):475-482. 2013.

NOGUEIRA, A. P.; SEDIYAMA, Y.; SOUZA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, D. G. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

OEPP/EPPO. Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35, 434–435.2005.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from Northern Peru. **Systematic Botany** 30: 424–434.2005.

PEREIRA, FELIPE BERMUDEZ. **Estratégias de seleção para resistência a percevejos e alta produtividade em populações segregantes de soja**. 78 fls. 2015. Tese de Doutorado (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz). 2015.

PICANCO, M. C.; BACCI, L.; CRESPO, A. L.; MIRANDA, M. M.; MARTINS, J. C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**. 9: 327-335. 2007.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 810p.

RAMSDEN, M. W.; MENÉNDEZ, R.; LEATHER, S. R.; WACKERS, F. Optimizing field margins for biocontrol services: the relative roles of aphid abundance, annual floral resource, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. **Agriculture Ecosystems and Environment**, 199, 94-104.2014.

RIUDAVETS, J.; ALONSO, M.; GABARRA, R.; ARNÓ, J.; ANTON, J.; MIRET, J.; PALOU, L. The effects of postharvest carbon dioxide and a cold storage treatment on *Tuta absoluta* mortality and tomato fruit quality. **Postharvest Biology and Technology**, 120, pp 213-221. 2016.

RODA, A. L.; BRAMBILA, J.; BARRIA, J.; EUCEDA, X.; KORYTKOWSKI, C. Efficiency of Trapping Systems for Detecting *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) **Journal of Economic Entomology**. Vol. 108, p. 2648-2654. 2015.

SANTOS, J. P. Utilização de feromônio na agricultura. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, n. 1, p. 10, 2007.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F.; BECKER, W. F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A. Captura de insetos sugadores e fitófagos com uso de armadilhas adesivas de diferentes cores nos sistemas de produção convencional e integrada de tomate em Caçador, SC. **Horticultura Brasileira** 26: 157-163, 2008.

SANTOS, J. P.; BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; ROMANO, F. Incidência de machos adultos de traça-do-tomateiro nos sistemas de produção convencional e integrada de tomates em Caçador, SC. **Agropec. Catarin.**, v.21, n.1, mar. 2008.

SIQUEIRA, H. A. A.; GUEDES, R. N. C.; FRAGOSO, D. B.; MAGALHÃES, L. C. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gellechiidae). **International Journal of Pest Management**. v. 47. n. 4. p. 247-251. 2001.

SOFTWARE ACTION. Estatcamp - Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. (2014).

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática** - Guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Nova Odessa, Plantarum. 2008.

TONNANG, H. E. Z.; MOHAMED, S. F.; KHAMIS, F.; EKESI, S. Identification and risk assessment for worldwide invasion and spread of tuta absoluta with a focus on Sub-Saharan Africa: Implications for phytosanitary measures and management. **PLoS ONE**, 10 (8). 2015.

TORRES, J. B.; FARIA, C. A.; EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; PRATISSOLI, D. Within plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **Int. J. Pest Manage.** 47: 173–178.2001.

VAINSTEIN, A.; LEWINSOHN, E.; PICHERSKY, E.; WEISS, D. Floral fragrance. New inroads into an old commodity. **Journal of Plant Physiology** 127(4): 1383-1389. 2001.

WRIGHT, SEWALL. A Correlation and causation. **Jour. Agric. Res.** 1921. 20: 557-585.

CAPÍTULO 4

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE NONI (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae) NA TRAÇA DO TOMATEIRO (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

RESUMO

A traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das pragas-chave da família solanaceae, ataca a planta inteira, provocando danos significativos na produtividade do tomateiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar a bioatividade da espécie noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae), como alternativa no controle da traça do tomateiro. Foram utilizados extratos etanólicos das folhas e fruto da espécie *M. citrifolia*, com cinco diferentes concentrações (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 mg/L). Com os folhos da planta previamente mergulhados no extrato por 10 segundos, após a secagem, foram inseridos em cada folha cinco lagartas do mesmo ínstar e colocados em cinco placas de Petri com o pecíolo envolto por algodão umedecido em água destilada para evitar a desidratação. As lagartas foram criadas sob condições controladas, com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $65\pm 10\%$, e fotofase de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com cinco concentrações, cinco repetições com dois extratos e para o controle foi utilizado a água destilada. Foi aplicado o teste de Dunnet a 5% de probabilidade com a comparação múltipla de médias com o controle. A avaliação do experimento se deu a cada 24 horas no período de três dias, com o uso de um pincel de aquarela para verificar a imobilidade das lagartas mortas. As placas de Petri foram mantidas em bancadas no laboratório à temperatura ambiente de $24-28^{\circ}\text{C}$. Houve maior mortalidade de *T. absoluta* no extrato da folha na concentração de 0,02 mg/L, na diferença com o controle de 88,04% de mortalidade. No extrato do fruto a maior mortalidade foi observada na concentração de 0,03 mg/L, na diferença do controle foi de 34,62%. Nesta pesquisa, os extratos da folha e do fruto de noni apresentaram uma bioatividade significativa nos bioensaios resultando na mortalidade da traça do tomateiro. O manejo dessa espécie deve levar em consideração a conservação da espécie, no planejamento sustentável.

Palavras-chave: Plantas bioinseticidas. Manejo sustentável. Pragas. Olericultura.

ABSTRACT

The tomato moth (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) is one of the key pests of the Solanaceae family, attacking the entire plant, causing significant damage to tomato productivity. The objective of this work was to evaluate the bioactivity of the noni species (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae), as an alternative in the control of the tomato moth. Ethanolic extracts of leaves and fruit of *M. citrifolia* were used, with five different concentrations (0.01; 0.02; 0.03; 0.04; 0.05 mg/L). With the leaflets of the plant previously immersed in the extract for 10 seconds, after drying, five caterpillars of the same instar were inserted into each leaflet and placed in five Petri dishes with the cotton-covered petiole moistened with distilled water to avoid dehydration. The caterpillars were grown under controlled conditions, with a temperature of 25 ± 1 ° C, relative humidity of $65 \pm 10\%$, and photophase of 12 hours. The experimental design was completely randomized with five concentrations, five replicates with two extracts and for the control the distilled water was used. The Dunnet test was applied at 5% probability with the multiple comparison of means with the control. The evaluation of the experiment was done every 24 hours in the three day period, using a watercolor brush to check the immobility of dead caterpillars. The Petri dishes were kept on benches in the laboratory at room temperature of 24-28 ° C. There was a higher mortality of *T. absoluta* in the extract of the leaf in the concentration of 0,02 mg/L, in the difference with the control of 88,04% of mortality. In the extract of the fruit the highest mortality was observed in the concentration of 0,03 mg/L, in the difference of the control was of 34.62%. In this research, extracts of leaf and noni fruit showed a significant bioactivity in the bioassays resulting in mortality of the tomato moth. The management of this species should emphasize the conservation of the species in sustainable planning.

Key words: Bioinsecticidal plants. Sustainable management. Pests. Olericultura.

1 INTRODUÇÃO

Originário da América do Sul, mais especificamente da região localizada entre o Equador e o norte do Chile. O tomateiro cada vez mais se adapta às regiões de clima subtropical e temperado, isso devido a intensos programas de melhoramento genético voltados para a adaptação de cultivares em diferentes regiões climáticas, permitindo o seu plantio em vários locais do país (ARAÚJO et al., 2013).

O tomateiro é uma planta hospedeira de vários insetos, dentre eles o que foi objeto desta pesquisa, a “traça do tomateiro” (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae). Os cultivos de tomate podem ser infestados por várias pragas que podem afetar totalmente a produtividade e a qualidade da mesma. Dentre os insetos pragas que atacam a cultura do tomateiro a *Tuta absoluta* vem tendo seus registros de incidência no Brasil, aumentados desde 1980 (CARVALHO e BORGUINI, 2006).

Os adultos de *T. absoluta* são mariposas pequenas que medem cerca de 10-11 mm de comprimento, possuem uma coloração cinza-prateada, com asas franjadas, antenas filiformes e palpos labiais recurvados. Cada fêmea põe, em média, 260 ovos, isoladamente, na face inferior das folhas e também no caule, pedúnculo e nos frutos. Os ovos são elípticos, de coloração branca, tornando-se amarelados ou marrons próximos à eclosão. As lagartas se alimentam das partes tenras do caule broqueando junto a inserção da folha e logo abaixo do broto terminal, sendo que a perfuração deste pode resultar um super brotamento das plantas bem como na redução do porte das mesmas. O dano pode ocorrer também no florescimento, pois ao atacarem as flores acabam impedindo a fecundação (CARVALHO e BORGUINI, 2006).

O ciclo biológico da praga, do ovo até a morte dos adultos nas condições de laboratório varia de 26 a 38 dias. No campo as gerações da traça são superpostas, podendo ocorrer em uma lavoura infestada, todos os estágios da praga ao mesmo tempo (MICHEREFF - FILHO et al., 2013).

A *T. absoluta* é uma das principais pragas de insetos que infestam culturas de tomate em países desde sua área de origem, a América do Sul (Lietti et al., 2005), até a bacia do Mediterrâneo (Balzan, Moonen, 2012; Tropea Garzia et al., 2012). É capaz de causar dano à produção da cultura e perdas econômicas nos tomateiros. Por este motivo, o desenvolvimento de ferramentas de controle eficazes para esta praga tem sido muito importante (GERMAIN et al., 2009, SILVA et al., 2011).

Gonçalves Neto et al. (2010) constataram que plantas de tomateiro com alto teor de açúcares demonstraram níveis mais altos de resistência, apresentando menores lesões nas folhas, e menor percentual de folhas atacadas.

Agricultores tem realizado o controle deste inseto através da aplicação de inseticidas e pode ser considerado como uma opção de manejo eficaz para esta praga, embora seja o fator de degradação ambiental. No entanto, a medida que as aplicações dos produtos químicos utilizados se tornam rotineiras, sua eficácia contra a *T. absoluta* diminui, uma vez que, os casos de resistência ao controle químico se transformam numa barreira para o uso efetivo (SILVÉRIO et al., 2009; LEBDI-GRISSA et al., 2010).

Nos últimos anos vários trabalhos relatam alternativas ao uso de agrotóxicos convencionais de amplo espectro, como o uso de extratos de plantas com propriedades bioinseticidas (Moreno et al., 2011, Tomé et al., 2013), o uso da captura em massa usando feromônio sexual da traça do tomateiro, que diminui o acasalamento atraindo o macho para armadilhas causando-lhe a morte, dentre outras alternativas do manejo integrado de pragas (HASSAN; ALZAIDI, 2009; COCCO et al., 2013).

As famílias botânicas promissoras como inseticidas são Asteraceae, Meliaceae, Rutaceae, Annonaceae, Lamiaceae e Canellaceae (Zabel et al., 2002; Pereira et al., 2002; Tamm, 2004; Cespedes et al., 2004). A *Morinda citrifolia* L., da família Rubiaceae, comercial e popularmente conhecida por noni, tem sido utilizado desde a antiguidade para o tratamento e prevenção de várias doenças em humanos e animais.

O noni (*Morinda citrifolia* L.) (Rubiaceae), tem sido utilizado há mais de 2.000 anos pelos polinésios, seu uso está atribuído aos efeitos das atividades antibacteriana, antioxidante, antiviral, antifúngica, antitumoral, anti-helmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imunostimulante, também tem utilidade como alimento (WANG et al., 2002).

Na composição química da *M. citrifolia* destacam-se os compostos fenólicos como as antraquinonas (DENG et al., 2007), traços destes são encontrados no fruto (LIN et al., 2007). REYES et al. (2010) relatam em seu trabalho que no extrato etanólico e aquoso do fruto constatou a presença de quinonas livres e esteróides, e ausência de taninos, flavonoides, alcaloides e saponinas pelo teste da espuma.

Zin (2002) encontrou diferenças significativas de antioxidantes nas partes da planta, os seus resultados usando os extratos de metanol de frutas e folhas de *M. Citrifolia* tiveram atividades antioxidantes insignificantes. No entanto, outras pesquisas afirmam a presença de alcaloides, antraquinonas, flavonoides e cumarinas (PALACIOS, 2004).

Esta espécie botânica está bem adaptada nas diversas regiões do Brasil e como existe facilidade de cultivo, o preparo e uso de extratos aquosos e etanólicos podem ser indicados como uma forma alternativa viável para o controle da traça do tomateiro, especialmente para os pequenos produtores. Além disso, podem funcionar como atraentes ou repelentes de outros insetos, podendo ser empregados em sistemas de manejo integrado de pragas, no controle ou monitoramento das populações de insetos (NAVARRO-SILVA et al., 2009).

A bioatividade do noni (*Morinda citrifolia* L.), com os extratos das partes da planta, agem quimicamente de forma semelhante com ação bioinseticida, desta forma objetivou-se avaliar o extrato etanólico da folha e do fruto de *M. citrifolia* L., como alternativa no controle da traça do tomateiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área da pesquisa

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa da Universidade Estadual de Alagoas, *Campus* I em Arapiraca-AL. Foi realizado com o cultivo de tomateiros em casa de vegetação no período de fevereiro a junho de 2016. A criação do inseto ocorreu em gaiola de isopor em laboratório da mesma Universidade. A obtenção do extrato etanólico da *M. citrifolia* e o bioensaio com as lagartas da traça do tomateiro, foram realizadas em etapas subsequentes.

2.2 Cultivo dos tomateiros

Para manutenção das lagartas foram obtidas mudas de plantas transplantadas para vasos de cinco litros com o solo de manejo orgânico misturados com o substrato Bioplant® na proporção (3 partes de solos x 1 substrato) e colocadas em casa de vegetação. As lagartas de 1º e 2º instares de *T. absoluta* foram coletadas de variedades de tomate cv. Santa Clara, IPA 6, TY 2006, e Cereja em cultivos na região agreste de Alagoas para a criação. O cultivo de tomate na casa de vegetação foi monitorado semanalmente para acompanhar o desenvolvimento dos danos causados pela traça à cultura e quais os principais órgãos afetados da planta.

2.3 Criação do inseto em gaiolas

As fases imaturas 1º e 2º instares da traça foram coletadas e colocadas nas gaiolas de isopor de 50 cm de comprimento x 40 de largura x 30 cm de altura onde as lagartas foram mantidas até a fase adulta, após a estabilização da população, a geração seguinte foi utilizada nos bioensaios (Figuras 16 A e B). As lagartas foram criadas sob condições controladas, com temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $65\pm 10\%$, e fotofase de 12 horas. Nos lados da gaiola foi colado tecido *voil* que serviu para fechar a gaiola e evitar a fuga dos insetos e também permitir a substituição das plantas. Em cada gaiola foram acondicionadas as folhas das plantas para a oviposição da *T. absoluta*.

Figura 16. Gaiola utilizada na criação e manutenção do inseto (*Tuta absoluta*).



Fonte: Fotos (A e B) do autor (2015-2017).

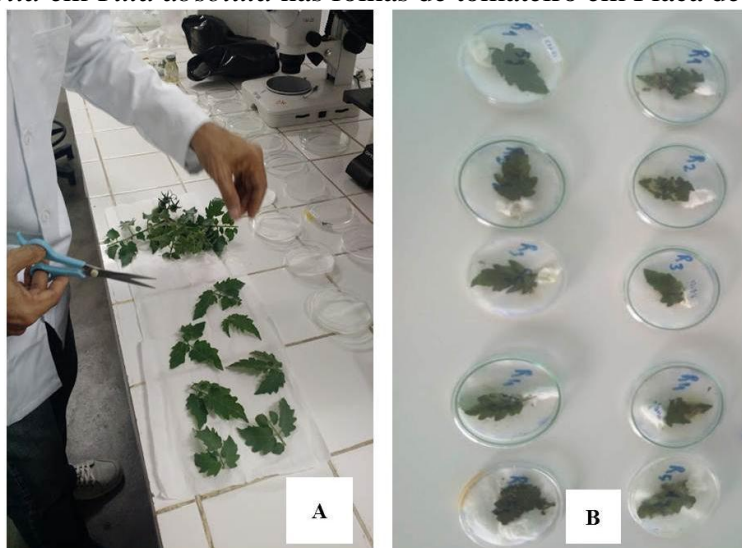
2.4 Obtenção dos extratos etanólicos vegetais

Para obtenção dos extratos, foram utilizados folhas e frutos da *M. citrifolia*, as folhas e os frutos foram secas em estufa com circulação de ar a 60°C por 72 horas, e trituradas em moinho de faca. Em seguida, foi realizada a maceração de cada material em etanol, na proporção de 2.500 g do pó vegetal (folhas ou fruto) em 3.500 mL de álcool etílico absoluto, por setenta e duas horas com filtração e substituição do álcool a cada 24 horas. Os respectivos extratos etanólicos secos das folhas e fruto da espécie *M. citrifolia*, foram obtidos após rotaevaporação do líquido extrator.

2.5 Bioensaio para avaliação da atividade inseticida

Foram utilizados os extratos etanólicos vegetais, com cinco diferentes concentrações (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 mg/L). Com as folhas da planta previamente mergulhados no extrato por 10 segundos, após a secagem em ambiente de bancada de laboratório, foram inseridos em cada folha cinco lagartas do mesmo ínstar e colocados em cinco placas de Petri com o pecíolo envolto por algodão umedecido em água destilada para evitar a desidratação (Figuras 17 A e B).

Figura 17. Bioensaios em Laboratório para a pesquisa da bioatividade da *Morinda citrifolia* em *Tuta absoluta* nas folhas de tomateiro em Placa de Petri.



Fonte: Foto do autor (2015-2017).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco concentrações, cinco repetições com dois extratos e para o controle foram utilizados a água destilada. A avaliação do experimento se deu a cada 24 horas, durante três dias, com o uso de um pincel de aquarela para comprovar a imobilidade das lagartas mortas. As placas de Petri foram mantidas em bancadas no laboratório à temperatura ambiente de 24-28°C.

Os resultados foram analisados pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade como hipótese alternativa bilateral. Dunnett (1955) foi pioneiro no conceito de que, quando um controle está presente, as comparações de interesse preliminar podem ser as comparações de cada novo tratamento com o controle através do Programa GENES (CRUZ, 2006). As avaliações do índice de mortalidade (I. M) foram a cada 24, 48 e 72 h, contando-se os insetos mortos, nas placas de Petri ao toque do pelo de um pincel de aquarela, avaliando-se pela

fórmula de Sun-Shepard e Schneider-Orelli (1947) adaptado por PUNTENER (1981) e utilizada por SILVA et al. (2015) em estudo semelhante.

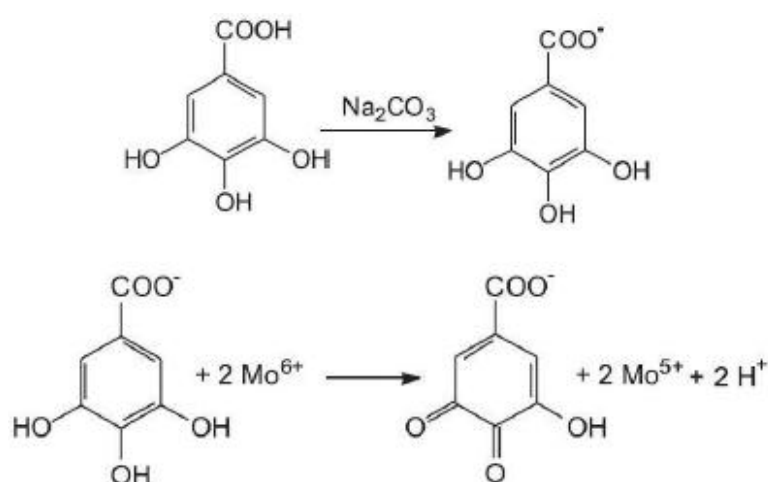
$$\text{Mortalidade corrigida (\%)} = \left(\frac{\text{Mortalidade no tratamento (\%)} - \text{Mortalidade no controle (\%)}}{100 - \text{Mortalidade no controle (\%)}} \right) \times 100 \quad (7)$$

2.6 Quantificação de fenóis totais

O método para determinação de fenóis totais consiste na reação dos ácidos constituintes do reagente Folin-Ciocalteu e compostos fenólicos ou não fenólicos. O reagente Folin-Ciocalteu é composto pelos ácidos fosfomolibdico e fosfotungstíco, nesta solução o molibdênio se encontra no estado de oxidação +6 e com coloração amarelada; na presença de compostos fenólicos sofre reação de redução e passa para um estado de oxidação +5 (REZENDE, 2010).

Com a reação de redução (Figura 18) há a formação dos complexos molibdênio-tungstênio de coloração azul. Esta reação ocorre em meio alcalino, especificamente na presença de Na_2CO_3 (REZENDE, 2010).

Figura 18. Reação entre uma substância fenólica e o molibdênio (componente do Folin-Ciocalteu)



Adaptado de (REZENDE, 2010).

O teor de fenóis totais foi quantificado pelo método descrito por Freitas et al. (2014) com algumas adaptações. Para a realização da curva de calibração do ácido gálico pesou-se 0,04 g de ácido gálico em 8 mL de MeOH (solução estoque). Em seguida preparou-se

diluições (soluções testes de ácido gálico) nas concentrações de 0,15; 0,1; 0,05; 0,025; 0,01 e 0,005 mg/mL.

Para a realização do teste, a partir das diluições de ácido gálico realizou-se os seguintes procedimentos (em triplicata – para cada concentração): em vidro âmbar adicionou-se 100µL da solução teste de ácido gálico, 500µL do reagente Folin-Ciocalteu, 1mL H₂O destilada e em seguida agitou-se no vórtex durante um minuto. Logo após, adicionou-se 2 mL de carbonato de sódio 15% e agitou-se por mais 30 segundos no vórtex. Posteriormente completou o volume da solução em um balão volumétrico de 10 mL. A solução foi incubada no escuro durante duas horas. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS com comprimento de onda de 750 nm.

Para a obtenção da solução teste da amostra vegetal, 0,005 g de cada extrato etanólico vegetal foi diluída em 5 mL de MeOH. Em seguida uma alíquota de 0,075 mL desta solução foi adicionada a 0,425 mL de MeOH. Para a realização do teste, foi realizado o mesmo procedimento descrito para o ácido gálico, substituindo a solução teste de ácido gálico pela solução teste do extrato etanólico vegetal.

Para obtenção da solução do controle branco foi preparado uma solução de 100µL de MeOH, 500µL do reagente Folin-Ciocalteu e 1 mL de H₂O destilada foi realizado o mesmo procedimento descrito para o ácido gálico, substituindo a solução teste de ácido gálico pela solução do controle branco.

As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-VIS com comprimento de onda de 750 nm. Antes de qualquer leitura, utilizou-se o branco para zerar o espectrofotômetro.

2.7 Quantificação dos flavonoides

O método para a quantificação de flavonoides consistiu no preparo da curva de calibração de quercetina, onde pesou-se 1mg de quercetina e diluiu em 1ml de MeOH. Em seguida realizou-se as diluições nas concentrações de 0,03; 0,025; 0,020; 0,015; 0,01; 0,005; 0,0025 e 0,00125mg/ml. Logo após, realizou-se as soluções para o extrato, onde pesou-se 1mg do extrato e diluiu em 1ml de MeOH.

Após o preparo da solução teste realizou-se as soluções (em poços – em triplicata) para leitura que continham 200µl da solução teste da amostra vegetal e 100µl de solução metanólica de cloreto de alumínio a 2%. Preparou-se a solução para o branco (em triplicata) com 200µl de MeOH e 100µl de solução metanólica de cloreto de alumínio a 2%.

Em seguida a placa de poços foi mantida no escuro durante 30 minutos. Decorrido o tempo, a leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS a 420nm. O teor de flavonoides foi determinado por interpolação da média das absorbâncias das amostras contra a curva de calibração da quercetina e expressos em mg de EQ (equivalente de quercetina) por g do extrato etanólico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Bioensaio para avaliação da atividade inseticida

Os dados das Tabelas 12 e 13 se referem a média obtida pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade, como hipótese alternativa bilateral se mostraram eficazes em relação ao controle. A hipótese é que, tanto o extrato etanólico da folha e do fruto nas concentrações 0,01 a 0,05 mg/L, provocam efeito de mortalidade na *T. absoluta* de forma semelhante. Houve maior mortalidade de *T. absoluta* no extrato da folha na concentração de 0,02 mg/L, na diferença com o controle de 88,04% de mortalidade (Tabela 12). No extrato do fruto a maior mortalidade foi observada na concentração de 0,03 mg/L, na diferença do controle foi de 34,62% (Tabela 13).

Tabela 12. Diferenças de médias das concentrações do extrato etanólico da folha da *Morinda citrifolia* tratados com o controle.

Tratamentos (mg/L)	Média (%)	Diferença com controle
Controle (H ₂ O)	11,46	Morte Extrato etanólico da folha
0,01	79,96	68,05*
0,02	100,00	88,04*
0,03	86,64	75,18*
0,04	86,64	75,18*
0,05	79,96	68,05*
C.V. (%)		23,96

*Foi aplicado o Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade (bilateral).

Este trabalho revela-se como pioneiro no relato de atividade bioinseticida de *M. citrifolia*, em insetos de interesse agrícola, microlepidopteros como a *T. absoluta*, até então, não existe qualquer informação da bioatividade desta planta em relação à lagartas desta ordem de insetos. Na diferença das médias dos tratamentos com o controle observou-se que os resultados foram melhores do que o controle, tanto para o extrato da folha, quanto o extrato do fruto na mortalidade do inseto nas concentrações.

Tabela 13. Diferenças de médias das concentrações do extrato etanólico do fruto da *Morinda citrifolia* tratados com o controle.

Tratamentos (mg/L)	Média (%)	Diferença com controle
Controle (H ₂ O)	11,46	Morte Extrato etanólico do fruto
0,01	35,12	23,66*
0,02	33,50	22,04*
0,03	46,08	34,62*
0,04	36,62	25,16*
0,05	35,92	24,46*
C.V. (%)		9,00

*Foi aplicado o Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade (bilateral).

Dunnett (1955) foi pioneiro no conceito de que, quando um controle está presente, as comparações de interesse preliminar podem ser as comparações de cada novo tratamento com o controle. Nesse trabalho o grupo controle foi a (H₂O) água.

Quando realizam-se comparações múltiplas com um controle, os parâmetros de interesse primários são a diferença entre cada nova média de tratamento e a média do controle, ou seja, testam-se as hipóteses. Neste teste considera-se um nível de significância de 5%, sendo assim não rejeita-se a hipótese de igualdade entre as médias das concentrações da bioatividade dos extratos da *M. citrifolia* sobre a mortalidade de *T. absoluta*.

A bioatividade da *M. citrifolia* tem sido demonstrada em Dípteros como a *Drosophila sechellia* Tsacas and Baechli, 1981 (Diptera: Drosophilidae) que é uma espécie de mosca da fruta endêmica das ilhas Seychelles. Essa mosca ao contrário de outras espécies deste gênero generalistas, *D. sechellia* evoluiu para ser especialista na planta hospedeira *M. citrifolia*. Isto é interessante porque o fruto da planta contém compostos de defesa secundários, principalmente ácido octanoico, que são letais para a maioria das outras moscas do mesmo gênero (LOPEZ et al., 2017).

Morales et al. (2010), testaram vários extratos vegetais sobre larvas do mosquito da dengue *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), obtendo resultados significativos quando utilizou o extrato etanólico *M. citrifolia* L., na proporção de 300 mg/L, com mortalidade de 98% das larvas, foi atribuído uma ação neurotóxica ao ácido octanóico, que é o principal ingrediente do óleo de noni, conhecido como ácido caprílico, que é um potencial larvicida. Segundo Silva et al. (2015), os extratos aquosos de *M. citrifolia* aplicado às larvas recém-eclodidas de moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata* Wiedmann, 1824) (Diptera:Tephritidae), apresentou eficiência do controle (E%) de 10,8% e a mortalidade larval 18%.

KOVENDAN et al. (2012), também comprovaram a atividade inseticida da *M. citrifolia* relatando que houve resultados significativos com extratos da folha desta planta, em concentrações que variaram entre 200, 300, 400, 500, e 600 ppm com a promoção da mortalidade de larvas dos mosquitos da ordem Diptera e família Culicidae: *Anopheles stephensi* Liston, 1901, *Culex quinquefasciatus* Say 1823, e *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762.

PEYSER et al. (2017), ressaltam as substâncias tóxicas, o ácido octanóico e hexanóico como toxinas que induzem os seres vivos aos efeitos da *M. citrifolia* L. Estudos genéticos enfatizam a enzima citocromo oxidase P450, como família de genes que são frequentemente utilizados em insetos na resistência evoluída à toxina encontrada na *M. citrifolia*.

3.2 Quantificação de fenóis e flavonoides totais

Na determinação dos fenóis totais seguiu-se o método através da determinação da curva de calibração do padrão sintético ácido gálico ($y=7,701x+0,0131$ e $R^2=0,9785$). E foi possível quantificar os fenóis totais em todos os extratos. A folha da *M. citrifolia* apresentou o maior índice de fenóis com 1094.533178 mg de EAG/g de extrato bruto comparado ao extrato do fruto com índice 497.2081548 mg EAG/g do extrato bruto, sendo condizente com seu expressivo potencial antioxidante (Tabela 14).

Para a quantificação dos flavonoides seguiu-se o método da determinação da curva de calibração do padrão da Quercetina ($y=32.262x + 0.595$ e $R^2 = 0.9157$), o que possibilitou a quantificação dos flavonoides do extrato etanólico da *M. citrifolia* tendo a folha com o maior índice de atividade antioxidante 60.23340 mg EQ/g do extrato bruto e o fruto com o índice de 12.20476 mg EQ/g do extrato bruto. A média de absorbância dos fenóis e flavonoides, no fruto e na folha apresentaram diferença (Tabela 14).

Tabela 14. Teor dos fenóis totais e dos flavonoides dos extratos da folha e fruto da *Morinda Citrifolia*.

Extrato Etanólico	Teor dos fenóis totais – TFT mg EAG/g do extrato	Média de Absorbância UA	Flavonóides mg EQ/g do extrato	Média de Absorbância UA
Folha	1094.533178	0.856%	60.23340153	0.322%
Fruto	497.2081548	0.396%	12.20476102	1.355%
Equação da reta	$Y= 8.3596x + 0.338$	$R^2 = 0.9785$	$Y=37.724x + 0.2772$	$R^2 = 0.9157$

Fonte: Dados da Pesquisa.

Não é a atividade antioxidante que tem bioatividade para a mortalidade de *T. absoluta*, mas os compostos fenólicos. Segundo Chan-Blanco et al. (2006, 2007), os compostos bioativos mais abundantes no noni são os fenólicos, como o damanacantal, escopoletina, morindona e rubiadina, rutina e a escopoletina como componentes majoritários, sendo que o damanacantal possui propriedade anti-carcinogênica comprovada.

Em relatos de compostos fenólicos com bioatividade inseticida da *M. citrifolia* sobre dípteros, foram utilizados nanopartículas sintetizadas a partir do extrato da raiz, com resultados significativos sobre as larvas de *Aedes aegypti*. (SUMAN et al., 2015).

Muitos compostos fenólicos possuem atividade antioxidante, anticarcinogênica, antimutagênica e anti-inflamatória. Contudo, o principal interesse nos compostos fenólicos está relacionado com sua atividade antioxidante, sendo que as funções fisiológicas e farmacológicas atribuída aos compostos fenólicos podem ter origem nesta propriedade (THANI et al., 2010).

Zin (2002) demonstrou em estudo níveis elevados de atividade antioxidante do extrato desta planta, quando utilizou extratos metanólicos de raízes, frutos e folhas de *M. Citrifolia*. Na raiz, notou-se que o extrato dessa parte da planta apresentou maior atividade do que os extratos de frutas ou folhas. Faria et al. (2014), detectou a presença de diferentes classes fitoquímicas, como, taninos, flavonóides, antraquinonas conjugadas, saponinas, cumarinas e alcalóides sugerindo a importância de maiores estudos acerca destas substâncias e suas funções farmacológicas ou funcionais.

Estudos comprovam o interesse atual no estudo dos compostos fenólicos, devido principalmente o potencial antioxidante destas substâncias em sequestrar radicais livres, os quais são prejudiciais a saúde humana (ALVES et al., 2007; NEVES et al., 2008).

Costa et al. (2013), realizaram estudos com a *M. cirifolia* utilizando a semente, a casca e a polpa, destacando o poder antioxidante desta planta. Os compostos bioativos encontrados em vegetais, frutas e ou hortaliças são as substâncias fenólicas, que são formadas no metabolismo secundário dos vegetais, encontradas na forma livre ou ligadas a açúcares e proteínas, possuindo funções diversas como: crescimento da planta, propriedades sensoriais, processos germinativos da semente, defesa contra pragas e danos oxidativos (LIU, 2007).

4 CONCLUSÕES

A ação bioinseticida da *M. citrifolia* foi eficiente sobre a traça do tomateiro (*T. absoluta*). Outros estudos podem enfatizar a ação do extrato em fases de desenvolvimento do inseto.

Os processos de mortalidade foram provocados pela toxicidade do bioextrato de *M. citrifolia* que se mostrou promissor para o controle da traça do tomateiro (*T. absoluta*).

Os dados de mortalidade da traça do tomateiro resultantes da bioatividade do extrato da *M. citrifolia*, indicam que podem ser utilizados no controle da traça do tomateiro.

5 REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Q.; BRANDÃO, H. N.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; LIMA, L. S. Avaliação da atividade antioxidante de flavonóides. **Diálogos e ciência – Revista da rede ensino FTC**, 5(12): 7- 8, 2007.
- ARAÚJO, L. et al. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 15, n. 1, jan, 2013.
- BALZAN, M. V.; MOONEN, A. C. Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivations of processing tomato in Tuscany (Italy). **EPPO Bull.** 42: 217–225. 2012.
- BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de Extratos Aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho. **Neotropical Entomology** 32(4):665-669 (2003).
- CHAN-BLANCO, Y. et al. The ripening and aging of noni fruits (*Morinda citrifolia* L.): microbiological flora and antioxidant compounds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, n.9, p.1710-1716, 2007.
- CHAN-BLANCO, Y. et al. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.645-654, 2006.
- CARVALHO, G. S.; BOGORNÍ, P. C. Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares *Lycopersicon esculentum* Mill. **Bioikos**. Campinas. 20(2): 49-61, julh/dez, 2006.
- CESPEDES, C. L. et al. Insect growth inhibition by tocotrienols and hydroquinones from *Roldana barbajohannis*. **Phytochemistry**, v. 65 n. 1, p. 1963-1975, 2004.
- CHOOCHOTE, W.; TUETUN, B.; KANJANAPOTHI, D.; RATTANACHANPICHAI, E.; CHAITHONG, U.; CHAIWONG, P.; JITPAKDI, A.; TIPPAWANGKOSOL, P.; RIYONG, D.; PITASAWAT, B. Potencial of crude seed extract of celery *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera:Culicidae). **J. Vec. Ecol.** 29: 340-346. 2004.
- COCCO, A.; DELIPERI, S.; DELRIO, G. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. **J. Appl. Entomol.** 137: 16–28. 2013.
- COSTA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, A. M. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 345-354, Junho 2013.
- CRUZ, C. D. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

- DENG, S.; PALU, A. K.; WEST, B. J.; SU, C. X.; ZHOU, B. N.; JENSEN, J. C. Lipoxygenase inhibitory constituents of the fruits of noni (*Morinda citrifolia*) collected in Tahiti. **Journal of Natural Products**, v. 70, p. 859-862, 2007.
- DUNNET, C. W. A Multiple Comparison Procedure for Comparing Several Treatments with a Control. **Journal of the American Statistical Association**. Volume 50, Issue 272. 1955.
- FARIA, W. C. S.; BETT, S. C.; SANTOS, C. G. B.; SILVA BRASIL, A.; GAUTO, R. F.; SELHORST, A. M.; BESERRA, S.; OLIVEIRA, A. P. Physicochemical characterization and preliminary phytochemical analysis of the noni fruit (*Morinda Citrifolia* L.) produced in Cuiabá city – MT. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 08, n. 01: p. 1208-1215, 2014
- FREITAS, R. C.; et al. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante das espécies *Plectranthus amboinicus* (Lour.) e *Mentha x villosa* (Huds.). **Revista Ciênc. Farm. Básica Apl.**, vol. 55, nº1, p. 113-118, jan. – jun. 2014.
- GERMAIN, J. F.; LACORDAIRE, A. I.; COCQUEMPOT, C.; RAMEL, J. M.; OUDARD, E. Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. **Revista de Horticultura**. 512: 37–41. 2009.
- GONÇALVES NETO, A. C.; SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; MACIEL, G. M.; NIZIO, D. A. C.; GOMES, L. A. A.; AZEVEDO, S. M. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.203-208, 2010.
- HASSAN, M. N.; ALZAIDI, S. H. *Tuta absoluta* – a serious pest advancing in the Mediterranean region. Role of pheromones in management strategies. **Int. Pest Manage**. 51: 85–87. 2009.
- KOVENDAN, K., MURUGAN, K., SHANTHAKUMAR, S.P. et al. Larvicidal activity of *Morinda citrifolia* L. (Noni) (Family: Rubiaceae) leaf extract against *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus*, and *Aedes aegypti*. **Parasitol Res** (2012) 111: 1481. doi:10.1007/s00436-012-2984-9
- LACERDA, D. A.; MEDEIROS, V. M.; GOMES, R. A.; MATIAS, W. N. Investigação da atividade citotóxica do fruto da *Morinda Citrifolia* Linn (Noni). **Anais...** do Congresso Nacional de Ciências da Saúde: avanços, interfaces e práticas integrativas. 26-28 de março de 2014. Cajazeiras-PB.
- LEBDI-GRISSA, K.; SKANDER, M.; MHAFFDHI, M.; BELHADJ, R. Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) en Tunisie. **Entomol. Faun. Faun. Entomol**. 63: 125–132. 2010.
- LIETTI, M.; BOTTO, E.; ALZOGARAY, R. A. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. 34: 113–119. 2005.
- LIN, C. F.; NI, C. L.; HUANG, Y. L.; SHEU, S. J.; CHEN, C. C. Lignans and anthraquinones from the fruits of *Morinda citrifolia*. **Natural Product Research**, v. 21, p. 1199-1204, 2007.

LIU, R. H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, Manhattan, v.46, p.207-219, 2007.

LÓPEZ, J. M. A.; LANNO, S. M.; AUERBACH, J. M.; MOSKOWITZ, E. C.; SLIGAR, L. A.; P. J. WITTKOPP, P. J.; COOLON, J. D. Genetic basis of octanoic acid resistance in *Drosophila sechellia*: functional analysis of a fine-mapped region. **Molecular Ecology**. Volume 26, Issue 4. February 2017.

MICHEREFF - FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P. A traça do tomateiro no mundo. Documentos 140. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF. 2013.

MORALES, J.; CASTILLO, J.; LUNA, I. Aceite esencial del fruto del noni (*Morinda Citrifolia*: Rubiaceae) como larvicida del mosquito *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae). **Tecnociencia**, Vol. 12 , Nº1. 2010.

MORENO, S. C.; CARVALHO, G. A.; PICANÇO, M. C.; MORAIS, E. G. F.; PEREIRA, R.M. Bioactivity of compounds from *Acmella oleracea* against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and selectivity to two non-target species. **Pest Manage. Sci.** 68: 386–393. 2011.

NAVARRO-SILVA, M. A.; MARQUES, F. A.; DUQUE, J. E. L. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.53, n.1, p.1-6, 2009

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonóides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Braz. J. Food Technol.**, 2(15), 2008.

PALACIOS, M. **Poder curativo e y nutricional del noni “La fruta milagrosa”**. 2ª ed. Lima: Ed. Miguel Ángel, 2004. 198 p.

PEYSER, R. D.; LANNO, S.M.; SHIMSHAK, S. J.; COOLON, J. D. Analysis of cytochrome P450 contribution to evolved plant toxin resistance in *Drosophila sechellia*. **Insect Mol Biol**. Julho-2017.

PEREIRA, L. B. et al. Biological activity of astilbin from *Dimorphandra mollis* (Benth.) against *Anticarsia gemmatalis* Hubner and *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Pest Management Science**, v. 58, n. 5, p. 503-507, 2002.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection second edition**. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited.1981.

REZENDE, L. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2010.

SILVA, G. A.; PICANÇO, M. C.; BACCI, L., CRESPO, A. L. B.; ROSADO, J. F.; GUEDES, R. N. C. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Manage. Sci.** 67: 913–920. 2011.

SILVA, H. D.; SOUZA, M. D. C.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D.; FONSECA, E. D.; DAMASCENO, A. S. Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.) **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.82, 1-4, 2015.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** V.11, n. 39, p.3733-3740. 2016.

SILVÉRIO, F. O. ALVARENGA, E. S., MORENO, S. C., PICANÇO, M. C. Synthesis and insecticidal activity of new pyrethroids. **Pest Manage. Sci.** 65: 900–905. 2009.

SUMAN, T. Y.; RAVINDRANATH, R. R. S.; ELUMALAI, D.; KALEENA, P. K.; D. RAMKUMAR, R.; PERUMAL, P.; ARANGANATHAN, L.; P CHITRARASU, P. S. *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* and its other effect on non-target fish. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease.** Vol. 5, Issue 3. March 2015, Pages 224-230.

THANI, W. et al. Anti-proliferative and antioxidative activities of thai noni/yor (*Morinda citrifolia* linn.) leaf extract. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v.41, n.2, p.482-489, 2010.

TAMM, L. Organic fruit production in humid climates of Europe: bottlenecks and new approaches in disease and pest control. **Acta-Horticulturae**, v. 638, n. 1, p. 333-339, 2004.

TOMÉ, H. V. V., MARTINS, J. C., CORRÊA, A. S., GALDINO, T. V. S., PICANÇO, M. C., GUEDES, R. N. C. Azadirachtin avoidance by larvae and adult females of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. **Crop Prot.** 46: 63–69. 2013.

TROPEA GARZIA, G., SISCARO, G., BIONDI, A., ZAPPALÀ, L. *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: Biology, distribution and damage. **EPPO Bull.** 42: 205–210. 2012.

WANG, M. Y.; WEST, B.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C., PALU, A. K., ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologica Sínica**, Shangai, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

ZABEL, A. et al. Effect of neem extract on *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) and *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Pesticide Science**, v. 75, n. 1, p. 19-25, 2002.

ZIN, Z. M.; ABDUL-HAMID, A.; OSMAN, A. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. **Food Chemistry**, p. 227-231, 2002.