

AÇÃO BIOINSETICIDA DE EXTRATO MICROENCAPSULADO DE *ANNONA MURICATA* L. (ANNONACEAE) SOBRE *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L., 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Data de aceite: 02/05/2023

Fernanda E. M. De Moraes

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Alice M. N. Araújo

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Ellen C. N. Valente

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Pedro Silva

Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici.

Roseane C. P. Trindade

Professora do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

RESUMO: Um dos fatores limitantes para a produção de Brássicas em todo mundo é a traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), pois é a principal praga, devido ao seu ciclo relativamente curto e por apresentar resistência a inseticidas químicos. Desta forma, faz-se necessária a adoção de métodos de

controle alternativo para a elaboração de um plano de manejo integrado para a espécie. O presente trabalho teve como finalidade desenvolver um inseticida comercial natural à base de extrato etanólico microencapsulado de sementes de *Annona muricata* L. (Annonaceae) para o controle de *P. xylostella*. Foram realizados bioensaios com a finalidade de comparar a eficiência do extrato etanólico microencapsulado com o extrato etanólico bruto e com um produto comercial. As sementes de *Brassica oleracea* L. foram semeadas em casa de vegetação, em bandeja de isopor. Após 35 dias, as mudas foram transplantadas para canteiros preenchidos com 50% de terra preta e 50% torta de filtro. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o programa Assisat versão 7.7 como ferramenta de auxílio, aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. O extrato microencapsulado contendo goma arábica, amido, maltodextrina e aerosil na formulação apresentou melhores características para realização dos testes. Os testes mostraram que o extrato microencapsulado apresentou eficiência acima de 84% no controle da praga, resultado próximo do apresentado

pelo extrato bruto e o produto comercial testado. Conclui-se que o trabalho apresentou resultados satisfatórios, pois o microencapsulado do extrato etanólico de sementes de *A. muricata* mostrou-se eficiente para o controle da praga, não apresentando diferença significativa do produto comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Traça das crucíferas. Graviola. Extrato.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores de redução na produção de brássicas no Brasil e em todo mundo, está relacionado à traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), devido à baixa eficiência no controle aliada a capacidade de migração, fácil adaptação ao ambiente, alta fecundidade e ciclo de vida curto, o que lhe proporciona um aumento rápido na resistência aos inseticidas químicos (BRANCO et al., 2001).

O uso de inseticidas sintéticos, geralmente, é a forma mais empregada para o controle dessa praga, sendo o número de aplicações muito elevado, provocando a seleção de populações resistentes aos principais grupos de inseticidas. As classes de inseticidas geralmente utilizadas pelos agricultores incluem, organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides (FURLONG; WRIGHT; DOSDALL, 2013).

A busca por novos inseticidas, incluindo o uso de plantas para realização de inseticidas vegetais, constitui-se num campo de investigação aberto, amplo e contínuo (SCHMALTZ et al., 2005). A diversidade de substâncias presentes na flora continua sendo um enorme atrativo na área de controle de insetos, pois apenas uma pequena parcela das plantas foi investigada. O uso de produtos naturais extraídos de plantas apresenta-se como uma alternativa viável devido a sua seletividade, baixa toxicidade ao homem e eficiência contra várias espécies de insetos-praga (NEVES e NOGUEIRA, 1996; CHENGALA e SINGH, 2017; SCHMUTTERER, 2019).

Entre as plantas que têm potencial para o controle de pragas têm-se algumas espécies da família Annonaceae, como a graviola, *Annona muricata* L., que apresenta ação inseticida, nematicida e bactericida e de suas sementes pode-se obter extratos, principalmente porque é um subproduto do processo de industrialização da polpa de graviola (HERNANDEZ e ANGEL, 1997).

Os inseticidas naturais geralmente têm baixa persistência no meio ambiente após o uso e durante o armazenamento (CLOYD, 2004). Portanto, é necessário desenvolver formulações que possam melhorar sua viabilidade e facilitar sua aplicação pelos agricultores.

Os processos micro/nanotecnológicos vêm sendo aplicados, principalmente, na indústria farmacêutica e cosmética porque torna mais eficiente a veiculação de moléculas bioativas no organismo, bem como facilita a penetração desses compostos nas camadas mais profundas da pele, potencializando o efeito dos produtos (SCHMALTZ et al., 2005; NEVES, 2008). A aplicação da nanotecnologia no controle de pragas agrícolas é uma abordagem de estudo muito nova, tornando-se assim um vasto campo a ser explorado

(NEVES, 2008).

A microencapsulação do extrato etanólico de *Annona* pode assegurar uma liberação mais lenta e controlada dos ingredientes ativos para as plantas, aumentando sua atividade contra pragas e reduzindo os impactos ambientais geralmente causados por produtos sintéticos (GOMES et al., 2016).

Diante do exposto, este trabalho teve como finalidade gerar um inseticida comercial natural à base de extrato etanólico microencapsulado de sementes de *A. muricata* para controle da traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, praga limitante na produção de várias espécies de hortaliças e testar sua atividade em laboratório, casa de vegetação e campo.

METODOLOGIA

Localização do experimento

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas, em casa-de-vegetação e em campo do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em Rio Largo, AL, de coordenadas geográficas 9° 27'06" S e 35° 49'05" O, entre o período de agosto de 2015 a julho de 2016.

1 | CONDUÇÃO DA CULTURA

Sementes de couve Georgia, *B. oleracea* var. *acephala*, foram semeadas em casa de vegetação, em bandeja de isopor contendo substrato comercial Bioplant® indicado para preparo de sementeira. Após 35 dias, as mudas foram transplantadas para local definitivo em canteiros preenchidos com mistura de 50% de terra preta e 50% de torta de filtro. Para a realização dos experimentos em casa de vegetação e campo as plantas foram semeadas em copos descartáveis de 500 mL preenchidos com uma mistura de terra preta e esterco ovino na proporção 2:1 respectivamente.

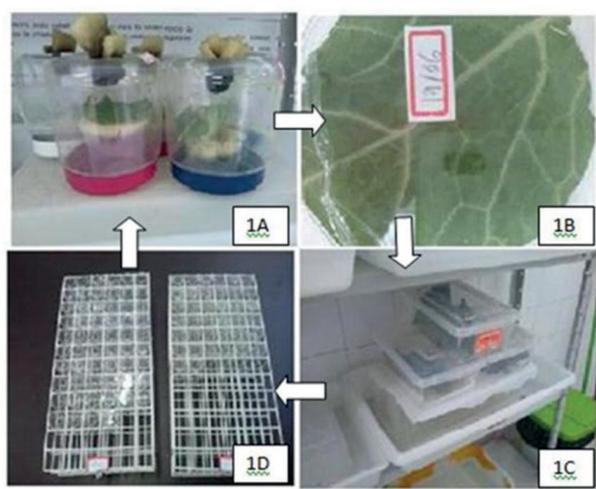
Criação de *Plutella xylostella*

A criação e multiplicação de *P. xylostella* foram realizadas no Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas, sob condições de temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de 67 ± 2 % e fotofase de 12h, (TORRES et al., 2006).

Os adultos foram liberados em gaiolas plásticas transparentes circulares (12cm de diâmetro x 15cm de altura) com abertura lateral fechada com tela antiáfideo, nas quais eram colocados um pote plástico coberto com espuma umedecida, sobre o qual, colocava-se um disco de folha de couve medindo 8 cm de diâmetro para servir de substrato à postura e uma esponja embebida com solução açucarada a 10%, na parte superior da gaiola, para alimentação dos adultos (Figura 1a). Os discos de folhas eram substituídos diariamente, durante 5 dias e os discos retirados eram mantidos em placas de Petri até a eclosão das lagartas (Figura 1b).

Lagartas recém eclodidas eram transferidas para recipientes plásticos contendo várias folhas de couve (Figura 1c). As folhas eram trocadas diariamente até as lagartas atingirem a fase de pupa. As pupas foram transferidas para tubos de vidro de fundo chato, fechados com filme plástico transparente (Figura 1d). Em cada recipiente foram realizados pequenos furos para que houvesse possibilidade de troca de ar. A cada 24 horas, após a emergência, os adultos foram transferidos para as gaiolas.

Figura 1. Etapas da criação de *Plutella xylostella*.



Obtenção das sementes

As sementes de graviola foram obtidas no município de Anadia – AL, em fábrica de processamento de frutas Multifrutas (Razão social: AGRICOM_Agro Indústria e Comércio Anadiense LTDA) para confecção de polpa de frutas, acondicionadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 60°C por 72 horas. Após a secagem as sementes foram moídas em moinho tipo Wiley e o pó obtido foi acondicionado em recipiente hermeticamente fechado até o preparo do extrato.

Preparo do extrato

O extrato da semente de graviola foi preparado no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais do Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL. Primeiramente o pó das sementes de *A. muricata* (9.300 kg) foi submetido a extração a frio em percolador com o solvente hexano (13 litros) por um período de 2 horas e, em seguida a solução foi filtrada e submetida à evaporação do solvente em rotavapor a 50°C com pressão reduzida. Logo após o extrato foi armazenado em um recipiente de vidro previamente pesado e etiquetado. Após a obtenção do extrato hexânico, sobre a torta resultante da extração, foi realizado a extração com etanol seguindo a mesma metodologia do extrato hexânico, modificando o

solvente, a quantidade de solvente e o número de repetições, foram usados 16 litros de etanol que foi filtrado a cada 72 horas três vezes seguidas com mesma semente.

Microencapsulamento

A preparação do produto foi realizada no Laboratório de Farmácia (ENSEFAR) com aparelho modelo BUCHI Mini Spray Dryer B-290 (Figura 2), a uma temperatura de entrada de 180°C, rotação 33 e velocidade de alimentação 5.

Foi testado o microencapsulamento com duas formas diferentes, sendo a primeira a partir de 15 mL de extrato orgânico, acrescido de 50 mL de álcool etílico P.A e 50 mL de água milli-q, misturado e depois foi acrescentado a mistura goma arábica a 20%, amido a 15%, maltodextrina a 40% e aerosil a 10% calculado a partir do peso de sólido contido em 1 mL do extrato e a segunda, com a mesma metodologia acima descrita, apenas substituindo o amido por gelatina usando a mesma proporção. O peso de sólido no extrato será realizado colocando 1 mL do extrato em estufa a 145°C por 4 horas e posteriormente pesado.

Figura 2. Detalhe do Mini Spray Dryer B-290.



Experimentos com o extrato etanólico da semente de *Annona muricata*

A determinação da concentração do extrato de semente de graviola foi para estabelecer a CL99 utilizando as concentrações de 0,0, 1,25, 2,5, 0,5, 10,0 e 20,0% para o extrato aquoso, 0,0, 0,01, 0,05, 0,1 e 0,2% para o hexânico e extratos etanólicos mais 1% de DMSO (sulfóxido de dimetilo) em água destilada (GOMES et al., 2016). Para determinar CL99, foi utilizada a análise de Probit realizada com o software SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2003).

1.1 Teste para avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em laboratório.

Iniciou-se o experimento biológico, um pré-teste, que teve como objetivo avaliar e comparar a eficiência do extrato orgânico da semente de graviola bruto e o microencapsulado no controle da lagarta recém eclodida. O experimento teve 3 tratamentos e 10 repetições, sendo tratamento 1 a testemunha (água destilada), tratamento 2 a solução de 100mL com 0,08% de concentração do extrato bruto e o tratamento3 a solução com o mesmo volume e concentração do extrato microencapsulado.

O experimento foi realizado sob condições de temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 67%, por imersão, após o preparo das soluções, foram feitos discos com 8 cm de diâmetro de folha de couve, esses discos foram imersos na solução por 30 segundos e após a imersão esperou-se a o disco secar totalmente para então fazer a inoculação das lagartas. As lagartas usadas no experimento estavam no primeiro instar, foram inoculadas 10 lagartas por repetição. Após a inoculação, foi feita avaliação após 72 horas. Análise estatística dos dados foi feita usando o programa Assistat versão 7.7, com delineamento inteiramente casualizado, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores da mortalidade foram devidamente corrigidos pela fórmula de Abott, Eq. 1.

$$Mc(\%) = \frac{(\%Mo - \%Mt)}{(100 - \%Mt)} * 100 \quad (1)$$

onde;

Mc é mortalidade corrigida

Mo é mortalidade observada

Mt é mortalidade na testemunha

A partir da correção dos dados coletados, foi feita análise estatística acima descrita.

3.7.2 Testes para avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em condição de semi campo e campo.

O teste teve como objetivo avaliar e comparar a eficiência do extrato da semente de graviola bruto, o extrato microencapsulado e um produto comercial (AZAMAX) no controle da lagarta recém eclodida. O experimento teve 4 tratamentos e cada tratamento teve 10 repetições, o primeiro tratamento foi a testemunha (água destilada), o segundo tratamento foi a solução de 200 mL com 0,08% de concentração do extrato etanólico bruto, o terceiro tratamento foi uma solução de 200 mL e com 0,08% de concentração do extrato microencapsulado e o quarto tratamento foi uma solução de 200 mL onde o azamax foi diluído de acordo com a recomendação do Agrofite (200 a 300 mL para 100L de água), foi utilizado 0,4 mL.

Para os testes em casa de vegetação as plantas de couve foram cultivadas em

recipientes de 500 mL preenchidos com uma mistura de terra preta e esterco de ovino na proporção 2:1, respectivamente. Quando atingiram quatro folhas definitivas, grupos de 10 plantas (10 repetições por tratamento) foram pulverizados no mesmo dia com os diferentes tratamentos e após duas horas, foram inoculadas dez lagartas de *P. xylostella* por repetição e as plantas foram protegidas com sacos de “voil”. A avaliação e a análise estatística foram realizadas da mesma forma que o experimento realizado em condições controladas no laboratório.

Para a realização do teste em condições de campo foi usada a mesma metodologia do teste em casa de vegetação, com exceção de que as plantas de couve ficaram em canteiros de alvenaria.

As variáveis climáticas (temperatura do ar mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar mínima e máxima (%)) e precipitação (mm) foram coletadas na estação Agrometeorológica pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS) localizada no Centro de Ciências Agrárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Microencapsulamento

Após os dois testes com os diferentes polímeros, optou-se por usar nos experimentos biológicos a forma testada a partir de 15 mL de extrato orgânico, acrescido de 50 mL de álcool etílico P.A e 50 mL de água milli-q, misturado, e depois foi acrescentado a mistura goma arábica a 20%, amido a 15% e maltodextrina a 40% calculado a partir do peso de sólido contido em 1 mL do extrato, pois o microencapsulado apresentou melhores características como: tamanho de partícula, pouca umidade e uniformidade.

Segundo Shahidi e Han (1993) a encapsulação por pulverização-secagem envolve quatro estágios: preparação da dispersão ou emulsão; dispersão de homogeneização; atomizando a emulsão e desidratando as partículas atomizadas.

O primeiro estágio consiste na formação de uma emulsão estável e fina da solução de material ativo. A goma arábica, que é um produto obtido por secagem espontânea dos exsudados de *Acacia senegal* (L.) (Fabaceae), tem ampla aplicação na preparação de emulsões e suspensões e é solúvel em água (GABAS e CAVALCANTI, 2003).

A maltodextrina e a goma arábica são carboidratos usados como agentes encapsulantes na encapsulação de ingredientes alimentares (TURCHIULI et al., 2005; FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008; KHAZAEI et al., 2014), a goma é considerada um excelente material encapsulante, por apresentar características como: boa solubilidade, baixa viscosidade, alta estabilidade conferida a óleos e boas propriedades emulsificantes, além de ter boa acessibilidade, podendo ser facilmente encontrada a preços acessíveis.

Avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em laboratório.

A análise mostrou que não houve diferença significativa na mortalidade larval da *P. xylostella* entre os tratamentos com extrato etanólico de *A. muricata* e o microencapsulado, porém ambos diferiram da testemunha (Tabela 1), mostrando que a microencapsulação do extrato etanólico não alterou sua ação inseticida.

O extrato microencapsulado de sementes de *A. muricata* afeta a duração da larva e a viabilidade de *P. xylostella*, justificando a alta eficiência observada nos testes de laboratório.

Tabela 1. Médias e erro padrão da mortalidade (%) de lagarta de *Plutella xylostella*, alimentadas com folhas de couve submetidas aos tratamentos com extrato etanólico de *Annona muricata* e microencapsulado.

Tratamentos	Mortalidade* (%)
Testemunha	8,90 ± 2,61 a
Extrato Etanólico de <i>Annona muricata</i>	87,4 ± 6,10b
Microencapsulado	90,2±3,66 b
CV	19,8

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2018)

Avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata*, do extrato Microencapsulado e do Azamax na mortalidade de *Plutella xylostella* em condições de Semi Campo e Campo.

A temperatura média na casa-de-vegetação nos dias de condução do experimento não variou, ficando em 32.4 °C, já a umidade relativa do ar variou de 53 a 56%.

A análise em casa de vegetação mostrou que não houve diferença significativa na mortalidade da *P.xylostella* entre os tratamentos com extrato etanólico de *A.muricata*, o microencapsulado e o produto comercial (AZAMAX), porém todos os tratamentos diferiram da testemunha, tanto na casa de vegetação quanto no campo (Tabela 2).

A avaliação de mortalidade mostrou que tanto em condições protegida quanto em campo o microencapsulado se mostrou bastante semelhante ao extrato etanólico e não perdeu nenhuma característica potencial de ação inseticida com o processo de encapsulamento (Tabela 2).

Tabela 2. Médias e erro padrão da mortalidade (%) de lagarta de *Plutella xylostella*, em semi campo e campo, alimentadas com folhas de couve submetidas aos tratamentos com extrato etanólico de *Annonamuricata*, microencapsulado e Azamax.

Tratamentos	Mortalidade* (%) (semi campo)	Mortalidade* (%) (Campo)
Testemunha	3,0 ± 1,52 a	8,8 ± 1,90 a
Extrato Etanólico de <i>Annona muricata</i>	86,0 ± 3,71 b	88,0 ± 2,49 b
Microencapsulado	86,0± 3,71 b	84,0± 3,71 b
Azamax	87,0± 2,60 b	84,0± 2,21 b
CV	14,6	12,5

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2018)

Apesar da precipitação que ocorreu nos dias de condução do experimento em campo o extrato microencapsulado não apresentou queda na eficiência, visto que os resultados foram semelhantes ao observado em condições de semi campo.

A ação biotóxica de extratos microencapsulados também foi estudada por Marcomini (2009), ao avaliar nanoformulações de neem em *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH, 1798) (Lepidoptera: Noctuidae), cujo estudo mostrou que a microencapsulação preservou o princípio ativo do extrato e que uma maior concentração leva a uma maior mortalidade dos insetos. Observou-se neste trabalho que o extrato microencapsulado foi eficiente e apresentou taxas de mortalidade próximas ao extrato etanólico uma vez que foi testada a mesma concentração para ambos os tratamentos.

Silva (2007), avaliou nanocápsulas e emulsão de nim a 1% sobre *S. frugiperda* e constatou que houve mortalidade de 90 a 100% das lagartas em tempo inferior a seis dias. Mesmo as espécies analisadas sendo diferentes, pode-se constatar que o microencapsulado do extrato etanólico de graviola foi mais eficiente no controle da traça-das-crucíferas do que o nim contra a lagarta-do-cartucho, pois a concentração utilizada no experimento foi de 0,08% e a eficiência foi superior a 84%, como mostra o presente trabalho.

Carvalho (2012) avaliou a eficácia de 19 nanoformulações a base de derivados de nim no controle de ninfas de *B. tabaci* biótipo B por meio da ação sistêmica do ingrediente ativo liberado. Duas nanoformulações foram selecionadas (NC L5-2 e NC L6-1) por causarem mortalidade semelhante ao do óleo comercial de nim. A ação sistêmica do óleo e das nanoformulações depende das condições ambientais em que são aplicadas e que as nanoformulações são bioativas por 30 dias após a aplicação. O presente trabalho mostra que independente das condições ambientais o extrato etanólico de *A. muricata* e o microencapsulado apresenta alta eficiência na mortalidade das larvas na fase inicial do inseto, após 72 horas as larvas alimentadas com folhas tratadas com o extrato etanólico e o microencapsulado apresentaram uma mortalidade acima de 80%.

Gomes et al. (2016) em experimentos semelhantes observou que no primeiro dia de condução do experimento houve uma menor eficiência do microencapsulado devido à liberação lenta do ingrediente ativo microencapsulado, ao contrário do extrato puro, onde o ingrediente ativo é liberado de uma só vez. Nestes experimentos essa eficiência menor do extrato microencapsulado não foi observada, pois as avaliações foram feitas após três dias da inoculação das larvas.

A encapsulação do extrato de *A. muricata* dentro de membrana ou paredes poliméricas pode melhorar a eficiência, pois nota-se que embora os resultados do microencapsulado em condições de campo e semi campo tenham sido menores que o Azamax e o extrato etanólico bruto, respectivamente eles não diferiram. A membrana ou a parede polimérica protege o ingrediente ativo contra diversas reações, pode controlar a taxa de liberação dos compostos e prevenir as perdas de compostos voláteis, aumentando a sua estabilidade no ambiente. Além disso, a microencapsulação pode converter extratos líquidos em pó, que pode facilitar na manipulação e preparo da calda de aplicação no campo (RIYAJAN e SAKDAPIPANICH, 2009).

CONCLUSÕES

O extrato etanólico de *A. muricata* formulou-se um extrato microencapsulado de forma satisfatória;

O extrato microencapsulado do extrato etanólico de *A. muricata* pode ser considerado promissor para o controle da traça-das-crucíferas, pois se mostrou eficiente em laboratório, casa de vegetação e em condições naturais no campo.

REFERÊNCIAS

BRANCO, Marina Castelo et al. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 60-63, 2001.

CARVALHO, Sheila Salles de. **Avaliação do efeito sistêmico de nanoformulações à base de derivados de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CHENGALA, Laxmishree; SINGH, N. Botanical pesticides—A major alternative to chemical pesticides: A review. **International Journal Life Science**, v. 5, n. 4, p. 722-729, 2017.

CLOYD, R. A. Natural: os inseticidas naturais são mais seguros e melhores do que os inseticidas convencionais. **Illinois Pesticide Review**, v.17, n.3, p.1-3, 2004.

FÁVARO-TRINDADE, Carmen Silvia e PINHO, Samantha Cristina de e ROCHA, Gláucia Aguiar. **Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios**. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 11, n. abr./ju 2008, p. 103-112, Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2008/v11n24407.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

- FURLONG, Michael J.; WRIGHT, Denis J.; DOSDALL, Lloyd M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 517-541, 2013.
- GABAS, Victor Gustavo Santos; CAVALCANTI, Osvaldo Albuquerque. Influência da adição da goma arábica em filmes isolados de polímero acrílico: estudo das propriedades de intumescimento e de permeabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, p. 440-448, 2003.
- GOMES, Ismael Barros et al. Bioactivity of microencapsulated soursop seeds extract on *Plutella xylostella*. **Ciência Rural**, v. 46, p. 771-775, 2016.
- HERNANDÉZ, C.R.; ANGEL, D.N. Anonáceas com propriedades inseticidas. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MORAIS, O.M. & REBOUÇAS, T.N.H. Anonáceas produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). p. 229-239, 1997.
- KHAZAEI, K. Mahdavee et al. Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color. **Carbohydrate polymers**, v. 105, p. 57-62, 2014.
- MARCOMINI, Angelina Maria. **Bioatividade e efeito residual de nanoformulações de nim sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- NEVES, BP das; NOGUEIRA, Joao Carlos Mohn. Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.). **Goiânia: EMBRAPA/CNPAP**, 1996.
- NEVES, K. Nanotecnologia em cosméticos. *Cosmetic & Toiletries*, v.20, p.22, 2008.
- RIYAJAN, Sa-Ad; SAKDAPIPANICH, Jitladda T. Development of a controlled release neem capsule with a sodium alginate matrix, crosslinked by glutaraldehyde and coated with natural rubber. **Polymer bulletin**, v. 63, p. 609-622, 2009.
- SAS® Satistical Analysis System, SAS Institute Inc., 2003.
- SCHMALTZ, Clarissa; SANTOS, Jucimay Vieira; GUTERRES, Sílvia Stanisquaski. Nanocápsulas como uma tendência promissora na área cosmética: a imensa potencialidade deste pequeno grande recurso. **Infarma**, v. 16, n. 13-14, p. 80-85, 2005.
- SCHMUTTERER, Heinrich. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chinaberry trees. In: **Insect Growth Regulators**. CRC Press, 2019. p. 119-170.
- SHAHIDI, Fereidoon; HAN, Xiao-Qing. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.
- SILVA, Cleia Gomes Vieira et al. Bioatividade de extratos etanólicos de *Croton* sobre *Plutella xylostella* (L) e ação fumigante e composição química de óleos essenciais de *Croton greviodes* (Baill.) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). 2007.
- TORRES, Adalci Leite et al. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, v. 65, p. 447-457, 2006.