

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**USO DO ÓLEO DE NIM NO CONTROLE DA LAGARTA DO
CARTUCHO (*Spodoptera frugiperda*) NA CULTURA DO MILHO**

Ilton Rodrigues Chaveiro Junior

**ANÁPOLIS-GO
2018**

ILTON RODRIGUES CHAVEIRO JUNIOR

**USO DO ÓLEO DE NIM NO CONTROLE DA LAGARTA DO
CARTUCHO (*Spodoptera frugiperda*) NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEvangélica, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Entomologia

Orientador: Prof^a. Dr^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

**ANÁPOLIS-GO
2018**

Chaveiro Junior, Ilton Rodrigues

Uso do óleo de nim no controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho/ Ilton Rodrigues Chaveiro Júnior. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018.

25 páginas.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Klênia Rodrigues Pacheco

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018.

1. Controle Biológico. 2. Pragas 3. Plantas inseticidas I. Ilton Rodrigues Chaveiro Junior. II. Uso do óleo de nim no controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho.

CDU 504

ILTON RODRIGUES CHAVEIRO JUNIOR

USO DO ÓLEO DE NIM NO CONTROLE DA LAGARTA DO
CARTUCHO (*Spodoptera frugiperda*) NA CULTURA DO MILHO

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis – UniEvangélica,
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

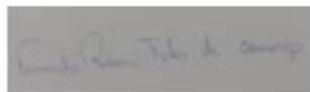
Área de concentração: Entomologia

Aprovada em: 22/06/2018

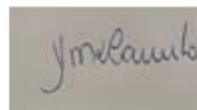
Banca examinadora



Prof. Dr.ª Klenia Rodrigues Pacheco
UniEvangélica
Presidente



Esp. Eng. Agrônomo Fernando Ribeiro Teles de Camargo
Universidade Estadual de Goiás - UEG



Prof.ª Dra. Yanuzi Mara Vargas Camilo
UniEvangélica

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me abençoado com família, amigos e professores incríveis. Agradeço pela oportunidade de ter vivido os mais difíceis e espetaculares anos da minha vida, e a cada um que através de suas personalidades fortes me ajudaram a evoluir e tornar uma pessoa melhor.

A minha sensacional mãe, Elcirene Rosa S. Ch., agradeço pela vida, pelo carinho, paciência e pelo imenso amor que recebi e espero receber até o nosso último dia. Ao meu pai Ilton R. Chaveiro, por me ensinar a ser honesto, batalhador e acima de tudo forte, para quando a vida me batesse, eu pudesse suportar de cabeça erguida, agradeço até mesmo pelo seu jeito diferente de amar e pelas dificuldades que passamos e que existem até hoje, tenho imenso orgulho em carregar seu nome.

Aos meus irmãos Marciano R. Ch. Neto e Tatiane R. Chaveiro, pela ajuda que nunca me faltou por ser o irmão mais novo, pelos conselhos, ensinamentos, palavras, companheirismo e abraços tão confortantes que me traziam de volta a vontade de continuar lutando por todos nós. Aos meus avós, Maria Moreira Rosa e José Rosa Sobrinho, agradeço pelo abrigo, pela paciência e pelo cuidado comigo por todos estes 7 anos juntos, sem vocês essa parte da minha história não aconteceria. Ao meu sobrinho João Miguel, agradeço por me devolver a esperança que havia perdido, obrigado por nos fazer pessoas melhores apenas ao ver o seu sorriso inocente.

Ao meu companheiro Thiago Rodrigues, agradeço a cada dia pelos ensinamentos, por ter mudado minha história e por ter aceitado nossas semelhanças e diferenças. Obrigado por segurar o peso de todas as dificuldades que tivemos juntos e por não me deixar desistir, por isso, que nunca nos falte vontade de acreditar em dias melhores.

Aos meus tios, tias, primos e primas, agradeço por me aceitarem da única forma que eu poderia ser. Obrigado pelo incentivo a continuar minha vida mesmo em meio a todas as dificuldades.

Aos meus amigos mais próximos Adriana Barbosa, Ágamo Bispo, Karla Cristina, Luciano Ribeiro, Quezia Moura e Rafael Malta, por serem minha família quando precisei chorar, quando eu fracassei, quando me faltou amor, obrigado por toda a ajuda quando precisei, por terem me trago tanta alegria e por cada sorriso durante todos esses anos. A Karla Cristina obrigado por ir um pouco além da palavra amizade, agradeço por estes vinte e poucos anos desde a época do primário até o fim do curso superior. Obrigado a todos vocês por serem esse sexteto de anjos que eu ganhei de presente, a todos meus amigos da Turma VII e todos os outros que ganhei durante minha vida.

Aos meus mestres devo todo o meu conhecimento, obrigado pelos elogios e críticas ao longo desses cinco anos, sem vocês eu não carregaria tanto conhecimento e tanta vontade de vencer. A minha orientadora Klênia R. Pacheco Sá, agradeço por toda a ajuda e parceria nessa reta final do curso, obrigado a cada um por ser parte de mim para todo o sempre.

Obrigado.

“O conhecimento é como um jardim: se não for cultivado, não pode ser colhido”.

Provérbio Africano

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. MILHO (<i>zea mays</i> L.)	11
2.2. LAGARTA DO CARTUCHO (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	12
2.3. CONTROLE QUÍMICO	13
2.4. CONTROLE ALTERNATIVO COM ÓLEO DE NIM.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do óleo de nim como forma de controle alternativo para a lagarta do cartucho na cultura do milho, tendo em vista a importância socioeconômica que a cultura representa para o país e sua proteção de insetos praga como a lagarta do cartucho, que devido sua velocidade de multiplicação, resistência, capacidade de migrar por longas distâncias torna-se chave na cultura do milho. Neste sentido o uso de outras formas eficientes de controle de insetos alheias ao controle químico, tornam-se aliadas ao ecossistema e ao produtor, garantindo retorno econômico com baixo investimento e preservando o meio ambiente. O ensaio foi conduzido na Unidade experimental do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, com delineamento experimental em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Para cada parcela foram utilizados 41m² de área total e 10m² de área para amostragem, a cultura foi conduzida em condições de safra em método de cultivo convencional com espaçamento de 0,65m entre linhas e 0,20 entre plantas, os tratamentos foram aplicados com 32 e 53 dias após a emergência da cultura, são eles: T1 - óleo de Nim (2%); T2 - óleo de nim (2%) + Espinosade (50 ml/ha⁻¹); T3 - óleo de nim (4%) + Espinosade (50 ml/ha⁻¹); T4 Espinosade (50 ml/ha⁻¹); T5 óleo de nim (4%) e T6 - testemunha. Durante a fase vegetativa foram realizadas análises de dano foliar de todos os tratamentos, através da escala de Davis onde os tratamentos: 4% + Espinosade; Espinosade e óleo de nim 4% apresentaram menor índice de dano foliar, após a completa maturação, foram avaliados os componentes de produção: comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), fileiras por espiga (FE) e grãos por fileira (GF), assim como produtividade e peso de mil grãos, para componentes de produção (CE) e (DE), os tratamentos 2% + Espinosade, 4% + Espinosade, Espinosade e 4% foram observados maior comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE) apresentaram as maiores médias. A variável fileiras por espiga (FE) não apresentou interação entre os resultados sendo não significativo e para a variável grãos por fileira (GF), os resultados foram significativos, sendo o tratamento 5 o que obteve a maior média dentre os demais. Para as variáveis produtividade e peso de mil grãos o tratamento 4% de óleo de nim apresentou os melhores resultados sendo 13,21 t/ha e 344g/1000grãos, constatando a grande capacidade de controle de lagartas de (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho, com concentração 4% de óleo de nim.

Palavras-chave: Controle alternativo, Grandes culturas, Pragas agrícolas.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado no mundo, devido à sua versatilidade de consumo e alto valor nutricional, permitindo sustentabilidade em pequenas e médias propriedades, por ser destinado tanto para a alimentação humana *in natura*, quanto para alimentação de animais na forma de grãos, silo ou rações (NETO; FANCELLI, 2000).

No Brasil, o milho ocupa uma área em torno de 17 milhões de hectares divididos em duas safras, onde 5,4 milhões de hectares são cultivados na safra de verão. Para a safra 2016/17, no Estado de Goiás, a área plantada foi superior aos demais Estados do Centro-Oeste, com aproximadamente 260 mil hectares, produzindo em média 8.000 kg ha⁻¹. Essa média foi superada pelo estado do Mato Grosso do Sul onde se obteve 9.340 kg ha⁻¹ em produtividade, a produção para o Estado foi de 2.080 mil t de grãos, obtendo uma das maiores produções do país (CONAB, 2017).

Devido às condições climáticas favoráveis à cultura na primeira safra, (outubro a dezembro), o milho apresenta maior produtividade, no entanto é na safrinha (janeiro a fevereiro), que se destaca em produção de grãos devido a expansão da área plantada. Nesta segunda safra, no estado de Goiás, a cultura sucede o cultivo da soja que possui apenas uma safra ao longo do ano. De acordo com o último levantamento a segunda safra no estado de Goiás foram plantados 1.260.700 hectares, resultando em uma produtividade em torno de 6.120 t ha⁻¹ e produção de 7.715,5 mil t do grão (CONAB, 2017).

Por ser uma cultura mais rústica, o milho se adapta bem a pequenos períodos de estresses hídricos e alterações climáticas inesperadas sem perder em desempenho, podendo ser explorada em todo o território nacional. Entretanto, para atingir altas produtividades e lucratividade ao produtor, a cultura necessita que exigências nutricionais sejam supridas, e que o controle de pragas seja eficiente (FORNASIERI FILHO, 2007).

Dentre as pragas que mais afetam a cultura temos a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). O seu ataque é mais comum no período inicial de desenvolvimento da planta, quando provoca injúrias foliares significativas, porém tem sido observado o ataque do pendão e da espiga durante todo o estágio reprodutivo, essas injúrias foliares, e nas partes reprodutivas reduzem a capacidade fotossintética e a produtividade da planta (GALLO et al., 2002).

Relativo à problemática, o plantio sucessivo da cultura do milho tem contribuído para o aumento na incidência da lagarta do cartucho, sendo esta uma praga polífaga, que além do milho, ataca o algodão, arroz, sorgo entre outras, provocando severos danos as plantas,

reduzindo a capacidade fotossintética e seu desempenho agrônômico. A grande incidência de lagartas, principalmente nas fases iniciais podem causar danos limitantes à produção, ocasionando perdas em produtividade, que pode atingir 60% dependendo da cultivar e época em que o ataque foi mais severo (CRUZ et al., 2008).

O método de controle mais comum é o químico devido à alta taxa de mortalidade logo no primeiro dia após a aplicação (GALLO et al., 2002). Porém outros métodos devem ser empregados para reduzir a pressão de seleção de organismos resistentes, além de contribuir para reduzir o impacto ambiental provocado por inseticidas sintéticos (ROEL et al., 2000). Desta forma, a utilização de métodos alternativos, como o óleo de nim, podem mostrar resultados satisfatórios para o controle de pragas agrícolas.

De acordo com a literatura, o óleo de nim contém um grupo variado de substâncias com alto efeito biológico; entre estas substâncias estão azadiractina, meliantról e salanina (NARAYANAN et al., 1980). Sendo a azadiractina a substância com maior importância no controle de insetos (FORIM, 2006).

Os extratos de nim, representam uma alternativa de controle de insetos sem que haja danos ao meio ambiente, sua ação na fisiologia dos insetos é bastante variada produzindo efeitos como: supressão de apetite, repelência, desorientação na oviposição, efeito letal e efeito regulador do crescimento (SCHMUTTERER; ASCHER, 1987; BRECHELT, 1995). Apresenta vantagens quando comparada com os inseticidas sintéticos, principalmente por serem renováveis e não contaminantes ao homem e outros vertebrados (OLIVEIRA et al., 2007). Tendo em vista a importância do controle da lagarta do cartucho na cultura do milho, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização do óleo de nim como forma de controle alternativo para a lagarta do cartucho na cultura do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MILHO (*Zea mays* L.)

O milho é uma monocotiledônea herbácea, seu ciclo possui duração de 3 a 4 meses, classificada como planta de ciclo anual, pertence à ordem Gramineae, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae e gênero *Zea* e, por fim, espécie *Zea mays* L. (LIMA, 1976). Segundo Marchi (2008), o centro de origem do milho é nas Américas, especificamente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos e participa fortemente do cenário comercial brasileiro como uma das plantas de maior eficiência produtiva, possuindo lugar de destaque entre tantas cultivares.

Sua produção vem se elevando ano após ano, graças a novas variedades de sementes, alavancada principalmente pelos setores de suinocultura e avicultura, utilizando o produto *in natura* ou processado em rações destinadas à alimentação animal. Conforme foi passando o tempo, a domesticação desta cultura feita pelo homem foi evoluindo cada vez mais, através da seleção visual no campo, para o cruzamento, preferindo utilizar sementes provindas de plantas com as melhores características: como produtividade, resistência a doenças e capacidade de adaptação, originando as variedades hoje conhecidas (LERAYER, 2006).

É um dos cereais que possui maior capacidade de produção pois, sendo uma planta de fisiologia C4, se torna mais eficiente na produção de matéria seca por área e conseqüentemente grande produtora de grãos. Por essa característica tornou-se a mais importante cultura na alimentação animal, fornecendo grande quantidade de nutrientes para a dieta, se tornando indispensável no processo de rotação de culturas no plantio direto, fornecendo grande quantidade de palha e matéria orgânica fundamentais para o sistema (MIRANDA, 2002).

Botanicamente, a semente do milho foi classificada como cariopse, apresentando basicamente três partes: pericarpo, que nada mais é que uma membrana fina que envolve externamente a semente. O que está envolvido pelo pericarpo é a segunda parte, o endosperma, que é constituído por amido e que apresenta o maior volume na semente. Por fim o embrião, que está ao lado do endosperma e guarda a base gênica da planta. Apresenta sua germinação com um tempo médio de 5 a 6 dias com temperatura do solo acima de 10°C (BARROS; CALADO, 2014).

Apresenta raízes fasciculadas, podendo atingir até 1 m de profundidade, sendo fundamental para a cultura na absorção de água e nutrientes no solo. O embrião é responsável pela emissão da radícula dando origem à raiz primária (primárias e secundárias), ganhando

profundidade no solo e logo após se nota o aparecimento de raízes secundárias (adventícias) que emitem diversas ramificações. Seu caule é classificado como colmo, não ramificado, ereto, formado por nós e entrenós, esponjoso e rico em açúcar, podendo atingir por volta de 2 m de altura, variando do híbrido, condições de clima e disponibilidade hídrica (BARROS; CALADO, 2014).

As folhas são de tamanho médio a grande, com coloração variando entre verde-escura a verde-clara, flexíveis e tem uma nervura central branca, lisa resistente e bem visível. A planta produz a flor masculina (flecha ou pendão) na sua parte mais alta, onde produz os grãos de pólen e a flor feminina (espiga) à meia altura. Cada fio (cabelo) que sai da espiga é responsável pela fecundação e produção de um grão (PAIVA et al., 1992; KUROSZAWA, 2007).

2.2. LAGARTA DO CARTUCHO (*Spodoptera frugiperda*)

A principal praga que interfere no cultivo do milho causando os maiores danos as plantas e prejuízos ao produtor é a lagarta do cartucho (VIANA et al., 2002). Por ser um inseto que apresenta hábito de alimentação diversificado (polífagia) e alta capacidade de dispersão, no Brasil, ocorre praticamente em todos os estados (PEREIRA, 2007).

Em função das condições climáticas favoráveis, alimentação diversificada e da sucessão de culturas tem-se alimento disponível para a praga durante todo o ano e a sua distribuição é geral, em todas as regiões do território nacional. A espécie *Spodoptera frugiperda* pode ser encontrada nas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Em países como os Estados Unidos, esses insetos conseguem sobreviver no inverno, nas regiões tropicais do Sul da Flórida e Texas. A partir destes locais, as mariposas migram durante a primavera, verão e outono, podendo deslocar-se a grandes distâncias, atingindo as regiões ao norte do país até o Canadá (CRUZ, 1995).

As mariposas adultas possuem tamanho diminuto, com 35 mm de envergadura e corpo acinzentado medindo aproximadamente 15 mm de comprimento. Os machos possuem manchas claras nas extremidades das asas anteriores, que os diferencia das fêmeas; entretanto ambos apresentam coloração clara nas asas posteriores, circuladas por linhas marrons. Os adultos apresentam atividade de voo próximo ao pôr do sol e acasalamento cerca de duas a quatro horas depois, portanto, são inativas durante o dia (PINTO et al., 2004).

As lagartas recém-eclodidas são esbranquiçadas, possuem cabeça mais larga do que o corpo e apresentam mais pelos que as mais velhas. No primeiro ínstar as lagartas medem 1,9 mm de comprimento, com cápsula cefálica medindo 0,3 mm de largura. Já as larvas de último

ínstar têm o corpo cilíndrico, de coloração marrom-acinzentada no dorso, esverdeada na parte ventral e subventral, que também apresenta manchas de coloração marrom-avermelhada. O corpo mede cerca de 50 mm de comprimento e a largura da cápsula cefálica varia de 2,7 a 2,78 mm. A duração da fase larval é de 12 a 30 dias (CRUZ, 1995).

Encerrado o período larval, as lagartas deixam a planta e penetram no solo, onde se transformam em pupas. Inicialmente a pupa é de coloração verde-clara com o tegumento transparente. Nesta fase o corpo é frágil e sensível a injúrias, depois de alguns minutos a pupa torna-se alaranjada e mais tarde passa à coloração marrom-avermelhada, próximo à emergência a pupa torna-se escura, quase preta. Seu comprimento é de cerca de 13 a 16 mm por 4,5 mm de diâmetro (CRUZ, 1995). O período pupal é de 8 dias no verão, sendo de 25 dias no inverno, após o qual ocorre a emergência dos adultos (GALLO et al., 2002).

No milho as lagartas de primeiro ínstar iniciam sua alimentação raspando apenas uma face da folha, preferindo áreas mais suculentas, deixando apenas a epiderme membranosa, provocando o sintoma conhecido como “folhas raspadas”. Quando passam para o quarto e quinto ínstars, podem destruir completamente o cartucho (CRUZ, 1995).

Essa praga pode reduzir, através da destruição das folhas, a produção do milho em até 60 %, sendo os períodos críticos de seu ataque épocas de desenvolvimento inicial e as fases próximas ao florescimento. Em períodos de seca, especialmente na cultura do milho “safrinha”, suas populações aumentam a incidência e ataque, passando a ter alguns comportamentos diferentes, no início cortando plantas rente ao solo (semelhante à lagarta rosca), nos períodos mais secos; no final da cultura pode danificar a espiga, sendo que seu ataque ocorre preferencialmente pela lateral da espiga na região de contato com o colmo (GALLO et al., 2002).

2.3. CONTROLE QUÍMICO

O controle da lagarta do cartucho é difícil, principalmente pelo hábito de se localizar no interior do cartucho. O método de controle mais comumente adotado no Brasil é o controle químico (GALLO et al., 2002).

A importância da lagarta do cartucho na cultura do milho deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle. A decisão do momento correto para controlar a lagarta-do-cartucho depende do nível de infestação, o custo do controle e o valor monetário da produção. Maior valor monetário da produção e menor custo do controle

levam à decisão sobre o controle da praga com um nível de infestação mais baixo. Para plantas de milho com até 30 dias deve-se controlar o inseto quando houver 20% das plantas atacadas. Já para plantas entre 40 e 60 dias a porcentagem é de apenas 10% (BUSATO et al., 2005).

Esse nível de infestação tradicionalmente tem sido determinado pela amostragem do número aparente de plantas atacadas, muitas vezes esse número tem sido sub ou superestimado dependendo da época em que se processa a amostragem. Para aumentar a precisão na tomada de decisão sobre determinada medida de controle é necessário a determinação, o mais cedo possível, de quando a praga chegou à área alvo e, preferencialmente, a detecção de uma fase da praga antes que qualquer tipo de dano seja verificado (CRUZ et al., 2010).

Para reduzir a população da praga a níveis abaixo do nível de dano econômico (NDE) o produtor utiliza os defensivos agrícolas de forma frequente e intensa e, muitas vezes, exclusiva. No entanto, a eficiência do controle químico tem sido reduzida em consequência da seleção de populações resistentes, através da má condução de áreas de refúgio, sendo este fato constatado para alguns piretróides e organofosforados (OMOTO et al., 2000; DIEZ-RODRIGUES; OMOTO, 2001; CRUZ et al., 2008).

2.4. CONTROLE ALTERNATIVO COM ÓLEO DE NIM

São inúmeros os esforços na descoberta de novos produtos em alternativa aos pesticidas existentes. Com isso, a busca por princípios ativos eficientes extraídos de plantas que possuem ação inseticida tem se intensificado, já que, muitas vezes, o método de controle químico pode se mostrar ineficiente, além de causar uma série de efeitos adversos ao ambiente (GEORGES et al., 2008; AL-MAZRA'AWI; ATEYYAT, 2009; RAHUMAN et al., 2009).

Neste sentido o óleo de nim pode tornar-se importante no controle de pragas, pois tem largo espectro de ação, é compatível com outras formas de manejo, não tem ação fitotóxica, é praticamente atóxica ao homem e não agride o meio ambiente. Os mecanismos de ação se diferenciam segundo principalmente o organismo a combater, onde a planta só age contra as pragas, preservando seus inimigos naturais (NEVES et al., 2003).

Sobre as diversas alterações no metabolismo e na fisiologia dos insetos provocados pelo uso de extratos de óleo de nim para o controle, destacam-se: efeito antialimentar, efeito regulador de crescimento e efeitos na reprodução. Em relação aos efeitos anti alimentares, o extrato do óleo de nim (azadiractina) torna o alimento impalatável aos insetos que por ação direta interfere nos quimiorreceptores das larvas, pela estimulação de células “deterrentes” específicas, que são células que causam comportamento antagônico à alimentação (não

preferência), situadas nas peças bucais: palpos maxilares e probólide, e também nas extremidades das pernas, nos tarsos (BLANEY; SIMMONDS, 1990).

A azadiractina também prejudica a utilização dos nutrientes ingeridos, reduzindo a eficiência de conversão de alimento ingerido e a atividade das enzimas. Pode também, afetar diretamente as células dos músculos do canal alimentar, diminuindo a frequência de contrações e aumentando a flacidez muscular. Em consequência, o crescimento e o desenvolvimento dos insetos, bem como todos os eventos fisiológicos dependentes da alimentação adequada, de sua absorção e transformação no canal alimentar, ficam comprometidos (TANZUBILE; MCCAFFERY, 1990).

Os efeitos reguladores de crescimento provocados pela azadiractina afetam o funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose em insetos, impedindo o desenvolvimento dos principais hormônios envolvidos na regulação do crescimento dos insetos, são eles: os hormônios da ecdise e o hormônio juvenil (MARTINEZ, 2002). Dessa forma, a metamorfose dos insetos jovens é inibida, assim como a reprodução dos adultos, sendo também conhecidos distúrbios ou inibição no desenvolvimento dos ovos (VIEGAS JÚNIOR, 2003; MORDUE BLACHWELL, 1993).

Em último caso a ecdise pode ser imperfeita, causando deformidades de diversas naturezas, como: deixar partes do tegumento velho, aderidas ao novo ou mutilar extremidades mais delicadas dos insetos, como as peças bucais e os tarsos, neste caso a ecdise imperfeita prejudica a alimentação e a locomoção do inseto. Vale salientar, que os insetos que sobrevivem à ação do nim tendem a apresentar anomalias, o que interfere no crescimento da população, já que esses insetos possuem menores condições de se alimentar, desenvolver e reproduzir normalmente (MARTINEZ, 2002).

A azadiractina afeta importantes processos relacionados à maturação reprodutiva tanto de machos como de fêmeas, retardando o início do acasalamento e do período de postura. O número de ovos por fêmea pode ser reduzido. Em machos, afeta a espermatogênese, atrasa o início do período de postura, reduz o número de cópulas, diminui a fecundidade das fêmeas pareadas com machos tratados e pode prevenir totalmente a cópula por inabilidade dos machos em copularem, quando submetidos a concentrações mais elevadas (MARTINEZ, 2002).

Possuindo também ação dermal e efeito repelente, onde através da cutícula dos insetos a substância penetra inibindo a síntese de quitina, provocando efeitos como desidratação e conseqüentemente a morte da larva ou inseto adulto, a ação repelente acontece devido às mudanças no comportamento locomotor e estacionário dos insetos, assim a comunicação sexual

e o acasalamento, são afetados. De acordo com pesquisas e estudos nesta área, será extremamente difícil aos insetos desenvolverem resistência aos ingredientes ativos do óleo de nim devido ao fato de serem diversos, (cerca de 40 ingredientes ativos) e da forma como os mesmos atuam. Fica, portanto, um evento raro aos insetos desenvolverem qualquer tipo de resistência quando inúmeros mecanismos são afetados ao mesmo tempo (GARCIA, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, localizada na região norte do município de Anápolis-GO, possuindo as seguintes coordenadas geográficas, Latitude 16°17'36.57"S e Longitude 48°56'09.67", com altitude de 1023 m. O clima do local é caracterizado como do tipo tropical de altitude e o solo classificado como Latossolo Vermelho com textura média.

Os tratamentos avaliados foram: Tratamento 1 (T1) - óleo de nim (2%); Tratamento 2 (T2) - óleo de nim (2%) + Espinosade (50 ml/ha⁻¹); Tratamento 3 (T3) - óleo de nim (4%) + Espinosade (50 ml/ha⁻¹); Tratamento 4 (T4) Espinosade (50 ml/ha⁻¹); Tratamento 5 (T5) - óleo de nim (4%) e Tratamento 6 (T6) - Testemunha. O inseticida utilizado foi o produto comercial Tracer, na dose de 50 ml ha⁻¹ e volume de calda de 200 litros.

Foi utilizado a variedade de milho convencional 1051, suscetível a lagarta do cartucho, o plantio foi realizado com plantadora/adubadora de 5 linhas com espaçamento de 0,65 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com população total de 76.000 plantas por ha ou 5 plantas por metro linear. Contendo 41m² para cada parcela, e 980 m² para área útil total, na área em uso foi realizada a análise de solo e de acordo com o resultado foi feita a correção de acidez com a aplicação do calcário Filler PRNT 100 no volume de 1,1 t ha⁻¹. A adubação de base foi a convencional, realizada com a formulação 5-25-15 de NPK, no volume de 300 kg/ha⁻¹ e para adubação de cobertura foram aplicados 250 kg/ ha⁻¹ de uréia na fase (V4).

Foram realizadas as avaliações do nível populacional da lagarta do cartucho através do nível de dano foliar constatado, tendo início a partir de cinco dias após a emergência (DAE), foram repetidas a cada semana até o nível de controle do inseto, a aplicação teve início 32 DAE e finalizou em 53 DAE sendo realizadas duas aplicações no intervalo de 21 dias. Para a determinação do momento ideal para o controle foram analisadas 10 plantas por parcela, e foram atribuídas notas de 0 a 9 (DAVIS & WILLIAMS, 1989), para verificação do nível de dano foliar e constatação do dano máximo para ocorrer o controle.

A avaliação dos danos do ataque da lagarta segue a metodologia aplicada a Escala de Davis, atribuindo notas de 1 – para plantas sem folhas danificadas ou lesões muito pequenas; 2- para plantas com lesões muito pequenas nas folhas do cartucho; 3 - para plantas apresentando pequenas lesões ou lesões de até 1,3 cm nas folhas do cartucho; 4 - para plantas apresentando de quatro a sete lesões pequenas ou médias; 5 - para plantas apresentando de quatro a sete lesões maiores que 2,5 cm ou furos com formato irregular; 6 - para plantas apresentando lesões

alongadas em várias folhas do cartucho; 7 – para plantas apresentando oito ou mais lesões de vários tamanhos nas folhas do cartucho; 8 – para plantas apresentando oito ou mais lesões nas folhas do cartucho e furos médios e grandes com formato irregular; 9 – cartucho e folhas expandidas quase ou totalmente destruídos. As avaliações ocorreram um dia antes das aplicações dos tratamentos, e 7 dias após a última aplicação, após o total amadurecimento das espigas foram coletadas 5 espigas por parcela e levadas ao laboratório para determinação de produtividade, peso de mil grãos, comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE); número de fileiras na espiga (FE) e grãos por fileira (GF).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o *software* Assistat 7.7, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 blocos e 6 tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para danos foliares causados por (*Spodoptera frugiperda*), no cultivo em condições de safra as médias não diferiram estatisticamente na primeira avaliação, onde não havia sido realizado nenhuma forma de controle, apenas tratamentos culturais. Nas médias das avaliações que ocorreram após as duas aplicações dos tratamentos, foi observado diferença das médias a 95% de probabilidade. Nos tratamentos: óleo de nim (4%) + Espinosade; Espinosade e óleo de nim (4%), não diferiram entre si, seguido do tratamento óleo de nim (2%) + Espinosade (Tabela 1). Demonstrando que tanto o óleo de nim sozinho em alta concentração e junto com inseticida demonstra eficiência de controle da lagarta do cartucho, com menor incidência de danos na área foliar do milho.

TABELA 1. Médias de dano foliar por ataque de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) mensurado através da escala de Davis em resposta aos tratamentos aplicados na Unidade Experimental da UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás. Safra 2017/18.

Tratamentos	Dano foliar
Testemunha	5,85 c ¹
2%	4,15 b
2% + Espinosade	3,60 ab
4% + Espinosade	3,10 a
Espinosade	3,10 a
4%	2,70 a
F	20,8970 **
C.V. (%)	42,19 ²

¹As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si no teste Tukey a 5% de significância. ²Coefficiente de variação (CV).

De acordo com Schmutterer (1990), os resultados obtidos nos experimentos mostraram que o extrato aquoso de folhas de nim retardou o desenvolvimento e causou alta mortalidade nas lagartas de (*Spodoptera frugiperda*). Efeitos semelhantes também foram encontrados por Viñuela et al. (2000) para lagartas de *S. exigua* que, após se alimentarem de folhas tratadas com extratos de nim, pararam a alimentação, apresentaram o período de ecdise estendido, ocorrendo ainda aumento da mortalidade larval e pupal e esterilização dos adultos.

O controle da *S. frugiperda* com o uso de nim, foi decorrente das ações de contato e ingestão que são as principais características que estes óleos vegetais podem apresentar principalmente os óleos essenciais (SHAAYA et al., 1997; HUANG et al., 2000; LEE et al., 2003). Segundo Silva-Filho e Falco (2000), para as condições climáticas encontradas no Brasil

as perdas médias de produção causadas por (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho podem variar de 17% a 38,7%. A incidência de lagartas e consequentemente seu dano constatado na área foliar em qualquer fase fenológica do milho, causa interferência na planta em desempenho produtivo e tempo até a maturação.

De acordo com Diawara et al., (1990), a utilização da escala visual de notas (escala de Davis), para a caracterização dos danos foliares, permite uma melhor separação nas diferenças relativas entre as plantas mais e menos atacadas por pragas (Figura 1). De acordo com Fernandes (2003), o ataque de (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho, promove os maiores prejuízos quando as infestações ocorrem nos estádios fenológicos V8 a V10, devido ao fato de ser as fases em que a planta já emitiu os meristemas apicais relacionados aos órgãos reprodutivos, deste momento até a formação da espiga grandes pressões da praga na cultura tendem a refletir em maiores prejuízos.



FIGURA 1: Diferença do nível de dano foliar entre o tratamento com óleo de nim (4%) (A) e a testemunha (B) Anápolis, 2018.

A respeito das diferentes concentrações do óleo de nim, utilizados nos tratamentos 2% de óleo de nim e 4% de óleo de nim, os resultados mostram-se lineares e proporcionais às diferentes doses, sendo o tratamento 4% de óleo de nim, o que apresentou menor dano foliar, vale salientar que a eficiência de aplicação deve ser levada em consideração, pois a desuniformidade na aplicação não garante total cobertura da área foliar, podendo então a lagarta se alimentar das partes que não foram atingidas pela calda inseticida.

Para os componentes de produção, os tratamentos 2% de óleo de nim + Espinosade, 4% de óleo de nim + Espinosade, Espinosade e 4% de óleo de nim, foram observados maior

comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE), diferindo dos outros tratamentos. A variável fileiras por espiga (FE) não apresentou interação entre os resultados sendo considerada não significativo e para a variável grãos por fileira (GF), os resultados foram significativos, sendo o tratamento, 4% de óleo de nim, o que obteve a maior média dentre os demais, apresentando média de 35,10 grãos em uma fileira da espiga, seguidos dos tratamentos 2% de óleo de nim + Espinosade e 4% + Espinosade (Tabela 2).

TABELA 2. Médias de componentes de produção em resposta aos tratamentos aplicados com diferentes combinações entre óleo de nim e inseticida sintético, em ensaio na Unidade Experimental da UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás. Safra 2017/18.

Tratamentos	CE	DE	FE	GF
Testemunha	11,65 b ¹	43,65 c	15,55 a	21,10 d
2%	12,68 b	46,00 b	15,25 a	25,35 cd
2% + Espinosade	15,46 a	48,35 a	16,00 a	30,55 ab
4% + Espinosade	15,87 a	48,50 a	15,50 a	30,70 ab
Espinosade	15,29 a	47,70 ab	15,60 a	29,05 bc
4%	16,90 a	49,35 a	15,50 a	35,10 a
F	26,2924 ^{**}	14,2100 ^{**}	0,5188 ^{ns}	17,2640 ^{**}
C.V. (%)	12,06	5,25	9,74	18,21

Comprimento da Espiga (CE); Diâmetro da Espiga (DE); Fileiras por Espiga (FE); Grãos por Fileira. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ¹As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si.

Como a lagarta possui hábito de se abrigar dentro do cartucho, o contato com o produto ocorre quase exclusivamente por ingestão. De acordo com Viana & Prates, (2005), para a lagarta-do-cartucho, o principal modo de ação do extrato aquoso de folhas de nim é por meio da ingestão, sendo bastante reduzido o efeito de contato. Portanto, ressalta-se a importância da cobertura uniforme do tecido foliar a ser protegido durante a pulverização com o extrato de nim, visando obter melhor eficiência de controle dessa praga.

Nas pulverizações realizadas na lavoura do milho, é comum parte das folhas apresentar áreas sem a deposição da calda inseticida. Outro fator que pode contribuir para a redução da eficiência é o rápido crescimento da área foliar e a emergência de novas folhas, possibilitando que as lagartas se alimentem de tecidos foliares não tratados desenvolvidos após a aplicação.

De acordo com a análise estatística, para a variável produtividade, houve interação entre as médias sendo significativo ao nível de 1%. Os tratamentos mais efetivos foram: 2% + Espinosade; 4% de óleo de nim + Espinosade e 4% de óleo de nim, sendo o tratamento, óleo de nim a 4% com maior valor de média, apresentando 13,21 t/ha⁻¹ (Tabela 3).

TABELA 3. Médias de produtividade (t/ha^{-1}) e peso de mil grãos (g) em resposta aos tratamentos aplicados com diferentes combinações entre óleo de nim e inseticida sintético, em ensaio realizado na Unidade Experimental da UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás. Safra 2017/18.

Tratamentos	Produtividade	Peso de Mil Grãos
Testemunha	5,45 c ¹	263,17 b
2%	7,63 bc	301,20 ab
2% + Espinosade	11,11 ab	317,45 ab
4% + Espinosade	11,26 ab	320,97 ab
Espinosade	8,02 bc	308,60 ab
4%	13,21 a	344,95 a
F	6,9789**	3,4427*
C.V. (%)	23,10	9,44

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ¹As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si.

Para a avaliação do peso de mil grãos foi observado que o tratamento com óleo de nim a 4%, apresentou maior média, com o valor de 344g/1000grãos, seguido dos demais tratamentos (Figura 2).



FIGURA 2: Diferenças morfológicas das espigas de milho para diferentes tratamentos com óleo de nim no controle de (*Spodoptera frugiperda*), Anápolis, 2018.

O controle alternativo por óleo de nim é uma forma de controle que não demanda do uso de inseticidas sintéticos e tão agressivos ao meio ambiente e ao homem, sabendo que se tratando de inseticidas naturais, dentre todos os produtos utilizados, Oliveira et al., (2007)

destaca que o nim possui efeito mais acentuado de controle da população de *S. frugiperda* quando comparado aos demais produtos naturais testados. O óleo de nim quando utilizado em doses elevadas, pode causar mortalidades próximas a 100% no intervalo de 7 dias, como afirma Schmitterer (1988) e Mordue & Blackwell (1993), a morte dos insetos-alvos tratados com o nim depende da dose e do tempo de exposição ao princípio ativo.

5. CONCLUSÃO

O tratamento com concentração de óleo de nim 4% sozinho é tão eficiente quanto associado ao uso de inseticidas sintéticos, apresentou maiores índices de controle de larvas de (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho em condições de safra em plantio direto sob a palha, evidenciando a capacidade de controle de insetos na agricultura de forma satisfatória e sem riscos ao meio ambiente e ao homem, através de método de controle alternativo por óleo de nim (*Azadirachta indica*) e diminuição do uso de defensivos agrícolas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-MAZRA'AWI, M. S.; ATEYYAT, M. Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extracts against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). **Journal of Pest Science, Berlin**, v. 82, n. 2, p. 149-154, 2009.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Évora, 2014. 52f. Material de apoio. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

BLANEY, W. M.; SIMMONDS, M. S. J. A behavioural and electrophysiological study of the role of tarsal chemoreceptors in feeding by adults of *Spodoptera*, *Heliothis virescens* and *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Physiology**, v. 36, n. 10, p. 743-756, 1990.

BRECHELT, A. **El nim. Un árbol para la agricultura y el medio ambiente**. Experiencias en República Dominicana. Proyecto Dominicano-Alemán. Fabricación de Insecticidas Naturales. Instituto Politécnico Loyola/GTZ, San Cristobal (República Dominicana), 1995.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; STEFANELLO JR, G. J. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 743-750, 2005.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 03 de agosto de 2017.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1995.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas, Brazil: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R. B.; SILVA, I.F.; PAULA, C.; FOSTER, J. **Using sex pheromone traps in the decision-making process for chemical application against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in maize**. International Journal of Pest Management. 2010. Em publicação

DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern corn borer and Fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPMENT HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECTS, 1989, México. **Proceedings...** Mexico: CIMMYT, 1989. p. 101-10

DIAWARA, M. M.; WISEMAN, B. R. & ISENHOUR, D. J. Resistance to fall armyworm in converted sorghums. **Fla. Entomol.**, 73, 111-117, 1990.

- DIEZ-RODRIGUES, G.I. & OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.311-316, 2001.
- FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado mon810 sobre a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: noctuidae). **Revista brasileira de milho e sorgo**, v.2, n.2, p.25-35, 2003.
- FORIM, M. R. **Estudo Fitoquímico do Enxerto de *Azadirachta indica* sobre a *Melia azadirach*: Quantificação de substâncias Inseticidas**. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Química. 2006.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. D. **Entomologia agrícola**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 2002.
- GARCIA, J. L. M. **A importância do nim indiano, o bioprotetor natural**, 2000.
- GEORGES, K.; JAYAPRAKASAM, B.; DALAVOY, S. S.; NAIR, M. G. **Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso**. *Bioresource Technology*, Essex, v. 99, n. 6, p. 2037-2045, 2008.
- HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H. Bioactivities of essential oil from *Ellateria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.107-117, 2000.
- KUROZAWA C. 2007. Glossário Globo Rural. Available in: <http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,LTP0-4373-0-L-J,00>. Accessed in May 17, 2007.
- LEE, S.; PETERSON, C.J.; COATS, J.R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.77-85, 2003.
- LERAYER, A. Guia do milho – tecnologia do campo a mesa. **Conselho de Informações sobre Biotecnologia**. 2006. 15 p.
- MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná**. Dissertação. Paraná, Dez. 2008.
- MARTINEZ, S. S. Composição do nim. **O nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, p. 23-30, 2002.
- MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: An Update. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 39, p. 903-924, 1993.
- NARAYANAN, C. R.; SINGH, R. P.; SAWAIKAR, D. D. Phagodeterrence of various fractions of neem oil against *Schistocerca gregaria* Forsk. **Indian Journal of Entomology**, v. 42, n. 3, p. 469-472, 1980.
- NETO, D. D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Agropecuária, 2000.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2003.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.326-331, 2007.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 31, n. 2, p. 326-330, 2007.

OMOTO, C.; SCHIMIDT, F.B.; SILVA, R.B.; ZUCCHI, T.D.; RISCO, M.D.M. **Bases for insecticides resistance management of *Spodoptera frugiperda* in corn in Brazil**. In: Abstract Book I. XXI International Congress of Entomology. p347, 2000.

PAIVA, E.; VASCONCELOS, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; GOMES, E. E.; MAGNAVACA, R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 8, p. 1213-1218, 1992.

PEREIRA, L. G. B. **Táticas de Controle da Lagartado-Cartucho do Milho, *Spodoptera frugiperda***. Minas Gerais, out, 2007.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. Pragas e insetos benéficos do milho e sorgo: guia ilustrado. **Ribeirão Preto: AS Pinto**, 2004.

RAHUMAN, A. A.; BAGAVAN, A.; KAMARAJ, C.; VADIVELU, M.; ABDUZ-ZAHIR, A.; ELANGO, G.; PANDIYAN, G. Evaluation of indigenous plant extracts against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **Journal Parasitology Research, Berlin**, v. 104, n. 3, p. 637-643, 2009.

ROEL, A. R.; VENDRAMIN, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, p. 799-804, 2000.

SCHUMUTTERER, H. **Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica***. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v.35, p.271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 34, p. 713- 719, 1988.

SCHMUTTERER, H.; ASCHER, K. R. S. **Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants**. GTZ, 1987.

SHAAYA, E.; KOSTJUKOVSKI, M.; EILBERG, J.; SUKPRAKARN, C. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.33, p.7-15, 1997.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinase produzidos pelas plantas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.2, p.38-42, 2000.

TANZUBIL, P. B.; MCCAFFERY, ALAN R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, v. 9, n. 5, p. 383-386, 1990.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Mortalidade de lagarta de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 316-322, 2005.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terapia com inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, p. 390-400, 2003.

VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G.; GONZÁLEZ, M.; MEDINA, M.P.; BUDIA, F.; VOGT, H.; ESTAL, P. Laboratory effects of ingestion of azadirachtin by two pests (*Ceratitis capitata* and *Spodoptera exigua*) and three natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opius concolor* and *Podisus maculiventris*). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v.10, p.165-177, 2000.