



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA**



MARCELA FONSECA SOUZA

**ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS OBTIDOS A PARTIR
DO RESÍDUO LÍQUIDO DE *Agave sisalana* PERRINE NO
CONTROLE DA PRAGA *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH,
1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO**

Feira de Santana, BA

2009

MARCELA FONSECA SOUZA

**ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS OBTIDOS A PARTIR
DO RESÍDUO LÍQUIDO DE *Agave sisalana* PERR. NO
CONTROLE DA PRAGA *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH,
1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia,
da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Juan Tomás Ayala Osuna

Co-Orientadores: Prof. Drº Alexandro Branco

Prof. Drº José Djair Vendramim

Feira de Santana, BA

2009

BANCA EXAMINADORA

Aos meus pais, João e Graça
Irmãos, Murilo e Marilli
Pelo carinho e confiança
E ao meu amado, Alisson Harley
Pelo amor, paciência e apoio constante

Dedico

Ao prof. Dr. Juan Tomás Ayala-Osuna, grande incentivador desta pesquisa

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da vida, pela realização e conclusão deste trabalho. Por ser o meu o socorro sempre presente nas horas de angústia, permitindo que eu chegasse até aqui, passando por lutas, mas alcançando vitórias, grandes vitórias;

À Universidade Estadual de Feira de Santana pela oportunidade dada à minha formação profissional, ajudando-me a trilhar novas etapas na vida acadêmica;

Ao Prof^o. Dr. Juan Ayala, ilustre orientador, pela inestimável amizade, respeito, carinho, paciência, incentivo imensurável na realização deste trabalho e principalmente por ter aceitado o desafio de trabalharmos juntos. Sua confiança e perseverança foram fundamentais para a realização deste projeto;

Ao prof^o. Dr. Alexandro Branco pelas sugestões e questionamentos, os quais contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional;

Aos docentes Dr^a. Sandra Queiroz e Dr^o. Robinson Pitelli por terem aceitado tão gentilmente o convite para participar da banca da defesa da dissertação, pelas valiosas sugestões para melhoria da qualidade do trabalho e pela competência profissional.

Ao Biólogo Alisson Harley, um presente de Deus para mim, o teu amor, conselhos, críticas construtivas, paciência e companhia durante esta etapa foram muito valiosos, me deram força e me fizeram acreditar que conseguiria. Uma pessoa fundamental no andamento de todo o curso e foi um excelente orientador. Obrigada por incentivar os meus sonhos e por me fazer acreditar que sou capaz de transformá-los em realidade;

À minha família por acreditar no valor do conhecimento e do aperfeiçoamento do estudo pelo apoio em todas as horas e amor que demonstram em todos os momentos,

À Seu Jorge, Dona Val, Micheli, Anderson e Shirlei uma família que Deus me presenteou, me sustentado em orações. O carinho e a intercessão de vocês me ajudaram a passar pelos grandes desertos;

Aos meus sobrinhos fofos, Levi e Letícia, por me conceder momentos maravilhosos de muitos risos tornando meus dias muito mais alegres;

À Dona Rita, Cassiano, Gê, Nani e Indira, minha família em Feira de Santana, pelos anos de convívio e por me acolher tão carinhosamente, com uma convivência agradável

À Fundação de Amparo à Pesquisa na Bahia-FAPESB, por acreditar no meu trabalho concedendo-me uma bolsa de Mestrado;

Ao Instituto de Desenvolvimento da Região Sisaleira- IDRSisal e À Secretaria de Ciências e Tecnologia- SECTI, pelo auxílio concedido para o bom andamento da pesquisa;

Aos amigos Germano e Roberto pelo apoio constante e preciso durante a pesquisa e pela boa vontade em ajudar sempre que possível;

À Fernando Carneiro, um obrigada é muito pouco diante da tua presteza, a tua presença constante nas coletas foi um grande suporte para a realização da pesquisa;

À Jenner David pelo auxílio na preparação dos extratos

Aos bolsistas de Iniciação científica Eliane, Laís e Clênia pela disposição que sempre quando possível não mediam esforços em ajudar;

Aos funcionários da Unidade Experimental do Horto florestal, em especial dona Bete e Seu Vicente, pela amizade e auxílio nos trabalhos e, Janilza e Alberto pela atenção sempre quando eram procurados;

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Biotecnologia-PPGBIOTEC pelos ensinamentos transmitidos;

Ao secretário do PPGBIOTEC, Helton Ricardo pelo paciente atendimento, sempre atencioso e prestativo quando era procurado;

Enfim, a todos aqueles que em orações, pensamentos, gestos e palavras contribuíram com mais esta vitória em minha vida. Deus continue abençoando a vida de cada um, derramando toda chuva de bençãos.

“Porque desde antiguidade não se ouviu, nem com ouvidos se
percebeu, nem com olhos se viu um Deus além de ti que
trabalha para aqueles que nele esperam”.

Isaías 64,4

RESUMO

Os compostos químicos sintéticos para o controle de pragas são amplamente utilizados no cultivo de plantas, os quais desfavorecem a estabilidade ecológica de sistemas naturais. Por serem menos agressivos e possuírem mais de um princípio ativo, os pesticidas naturais de origem vegetal podem minimizar as conseqüências indesejadas. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar a atividade inseticida de extratos orgânicos obtidos a partir do resíduo líquido de *Agave sisalana* sobre *Spodoptera frugiperda*. Primeiramente, foram realizados experimentos visando à determinação da concentração dos extratos hidroetanólico mais adequada para utilização deste produto nos teste sde bioatividade no inseto alvo, sendo utilizado o extrato hidroetanólico em três concentrações (1,25%, 2,5% e 5%) para os testes de ingestão e de contato. Em todos os bioensaios foram utilizados dois tratamentos controle (sendo a água e o inseticida químico Decis®). Em seguida foram realizados testes biológicos para a avaliação da atividade inseticida dos extratos orgânicos de *A. sisalana* sobre *S. frugiperda* (Hidroetanólico, Butanólico, acetato de etila e aquoso). Os extratos hidroetanólico e butanólico foram os mais eficientes sobre o inseto. Como o extrato hidroetanólico foi obtido em maior quantidade, este foi testado em campo a 5g, 8g e 10g, sendo também observada a fitotoxicidade deste extrato em plantas de milho. A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir as larvas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com os extrato butanólico e hidroetanólico (10g/100mL) de *A. sisalana* apresentaram significativa taxa de mortalidade (90 % e 88%, após 72 hs). As plantas de milho pulverizadas com EtOH 8g/100mL e EtOH 10g/100mL foram as que mais obtiveram redução nos danos causados por *Spodoptera frugiperda*, entretanto o ultimo obteve redução significativa dos danos após a terceira aplicação. O extrato de EtOH 10g/100mL mostrou-se o mais eficiente para conter os danos causados por *Spodoptera frugiperda*. Quanto à fitotoxicidade, não foi observado aumento significativo da fitotoxicidade com o aumento do número de aplicações, porém o aumento da concentração do extrato hidroetanólico aumentou significativamente a fitotoxicidade. Os extratos hidroetanólico 2,5 e 5g/100 mL são mais indicadas para um possível uso no controle de pragas no milho por apresentar baixa fitotoxicidade.

Palavras-chave: Sisal, Inseticida natural, Lagarta-do-cartucho.

ABSTRACT

The use of chemical for pests control is widely applied in the cultivate of plants, which destroy and dismount the stability ecologic of the natural system. Because they are least aggressive and possess more then one active principle in the beginning the natural pesticides of origin vegetable can minimize unwanted consequences. This work was carried out to determine the insecticidal activity of extracts obtained from organic waste liquid of *Agave sisalana* on *Spodoptera frugiperda*. Firstly, for the utilization in bioactivity tests, experiments aiming the determination of the most appropriate extract concentrations were conduced, being used hydroethanolic extracts in three concentrations (1,25%, 2,5% e 5%) for tests of ingestion and contact. In all bioassays were utilization two control treatments, one water and the other chemical insecticide (Decis®). biological tests was performed for evaluation of insecticidal activity of organic extracts of *A. sisalana* on *S. frugiperda* (hydroethanolic, Butanolic, Ethyl acetate e aqueous) hydroethanolic extracts and butanólico was considered the most effective on the pest. As the hydroethanolic extract was obtained in greater quantity, it was tested in field the 5g, 8g e 10g was also observed in the phytotoxicity of extracts from maize plants. According to the resukts it was possible to conclude than the mayze leaves immersed with Butanolic and hydroethanolic extracts (10g/100mL) of *Agave sisalana*, ingested by larvae of *S. frugiperda*, a significant mortality rate (90 % e 88%, after 72 h). The maize plants sprayed with EtOH 8g/100mL e EtOH 10g/100mL. these were extracts of *Agave sisalana* that had more reduction in damage caused by *Spodoptera frugiperda*, however the last obtained a significant reduction of damage after the third application. The extract of EtOH 10g/100mL was the most effective to contain the damage caused by *Spodoptera frugiperda*. As to phytotoxicity was not observed significant increase in phytotoxicity with increasing number of applications. Increasing the concentration of the hydroethanolic extracts significantly increases phytotoxicity. The hydroethanolic extracts 2,5 e 5g/100 mL are indicated for possible use in controlling pests in corn by presenting low phytotoxicity.

Keywords: Sisal, Natural Insecticidal, *Spodoptera frugiperda*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo de área e produção de sisal-Brasil (Fonte: IBGE)	8
Figura 2: Corte das folhas de <i>A. sisalana</i> , Valente, Bahia.	9
Figura 3: Transporte das folhas de <i>A. sisalana</i> do campo até a máquina desfibreadora por jumento, Valente, Bahia	9
Figura 4: Desfibramento de folhas de <i>A. sisalana</i> (A) e Fibras (B), Valente, Bahia.	10
Figura 5: Secagem das fibras em estaleiros, Valente, Bahia.	10
Figura 6: Enfardamento de fibras secas de <i>A. sisalana</i> (A) e Armazenamento dos fardos (B).	11
Figura 7: Aproveitamento da planta de <i>A. sisalana</i> , Valente, Bahia	12
Figura 8: Planta com cartucho destruído com o ataque de <i>S. frugiperda</i> (A), Cartucho do milho atacado por <i>S. frugiperda</i> .	16
Figura 9: Semeadura do milho em sacos de polietileno (5kg) (A), Plantas de milho (B).	32
Figura 10: Coleta do resíduo de sisal (A), Resíduo de sisal armazenado em balde (B)	33
Figura 11: Resíduo filtrado em algodão hidrófilo (A), Desidratação em estufa a 60 °C (B), Resíduo líquido concentrado (C).	34
Figura 12: Esquema de fracionamento do resíduo líquido concentrado de <i>Agave sisalana</i> .	35
Figura 12: Folhas imersas em um dos tratamentos (A), folhas tratadas (B), lagartas alimentadas com folhas tratadas (C).	36
Figura 13: Mortalidade de <i>S. frugiperda</i> após 72h de aplicação dos extratos orgânicos de <i>A. sisalana</i> .EtOH- extrato Hidroetanólico, BuOH- Extrato Butanólico, AcEt- Extrato de acetato de etila, Aqo- Extrato aquoso, Tc - Controle, Tbp – Branco positivo (T. 25 °C, Fotofase 14h).	43
Figura 14: Folhas de milho com sintomas de fitotoxicidade causada por diferentes dosagens do extrato hidroetanólico, 2,5g (A), 5g (B), 10g (C) e 15 (D).	57

- Figura 15: Folhas novas de milho com sintoma de fitotoxicidade causada por resíduo líquido de sisal *in natura*. Feira de Santana, BA, 2009. 58
- Figura 16: Folhas de milho com sintomas de fitotoxicidade causada por Nim-I-GO (produto comercial à base de neem). 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mortalidade (%) de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquoso e Hidroetanólico obtidos a partir do resíduo líquido de <i>Agave sisalana</i> (Temp.: 25 ± 1 °C e fotofase de 14h)	37
Tabela 2. Mortalidade de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> pulverizadas com extratos aquoso e hidroetanólico obtidos a partir do resíduo líquido de <i>Agave sisalana</i> (Temp.: 25 ± 1 °C e fotofase de 14h)	39
Tabela 3: Porcentagens médias da mortalidade acumulada de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos de <i>Agave sisalana</i> (EtOH-extrato hidroetanólico, BuOH-extrato butanólico, AcEt-extrato de acetato de etila, Aqo- extrato aquoso, Tc- controle, Tbp- branco positivo). Temperatura 25 ± 1 °C, UR $\pm 10\%$, fotofase 14h.	40
Tabela 4: Resumos das análise de variância e coeficiente de variação dos dados de danos causados por <i>Spodoptera frugiperda</i> em plantas de milho (<i>Zea mays</i>) utilizando a escala de notas (1 a 5).	47
Tabela 5: Desdobramentos dos efeitos dos Tratamentos dentro das épocas de aplicação.	48
Tabela 6: Desdobramentos da interação das épocas de aplicação dentro dos Tratamentos.	49
Tabela 7: Resumos da análise de variância e coeficiente de variação dos dados de fitotoxicidade, utilizando a escala de notas (1 a 9) da EWRC (1964) em plantas de milho (<i>Zea mays</i>).	55
Tabela 8: Médias das notas atribuídas de acordo com a intensidade dos sintomas de fitotoxicidade em milho (<i>Zea mays</i>) nos tratamentos Extrato etanólico 2,5g/100 mL, Extrato etanólico 5g/100 mL, Extrato etanólico 10g/100 mL, Extrato etanólico 15g/100 mL, Neem, Inseticida químico e Controle entre três aplicações.	58

SUMÁRIO

CAPÍTULOS	
1	INTRODUÇÃO 1
	REVISÃO DE LITERATURA 3
2	EFEITO DE EXTRATOS OBTIDOS DE <i>Agave sisalana</i> SOBRE <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO 27
	INTRODUÇÃO 27
	MATERIAL E MÉTODOS 28
	RESULTADOS E DISCUSSÃO 35
	REFERÊNCIAS 40
3	AÇÃO DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE <i>Agave sisalana</i> NO CONTROLE DA LAGARTA-DO-CARTUCHO <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO 43
	INTRODUÇÃO 43
	MATERIAL E MÉTODOS 44
	RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
	REFERÊNCIAS 40
4	AVALIAÇÃO DO EFEITO FITOTOXICO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE <i>Agave sisalana</i> EM MILHO CULTIVADO EM CAMPO 50
	INTRODUÇÃO 50
	MATERIAL E MÉTODOS 52
	RESULTADOS E DISCUSSÃO 53
	REFERÊNCIAS 57
	CONCLUSÃO GERAL 60

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perr.) é a principal fibra dura produzida no mundo, correspondendo a aproximadamente 70% da produção comercial de todas as fibras desse tipo. No Brasil, o cultivo do sisal (*Agave sisalana* Perrine) ocupa uma extensa área de solos pobres na região semi-árida cerca de 230.949 hectares nos Estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, em áreas com escassa ou nenhuma alternativa para exploração de outras culturas. A Bahia é responsável por 87% da produção brasileira de fibra beneficiada ou industrializada de sisal, correspondendo a 72.161 toneladas, rendendo cerca de 80 milhões de dólares em divisas internas por ano, além de gerar mais de meio milhão de empregos diretos e indiretos em toda cadeia produtiva (SILVA et al., 2006)

A fibra do sisal é utilizada para produzir artesanatos, vassouras, sacos, bolsas, chapéus, barbantes, cordas, capachos e tapetes, bem como na fabricação de celulose para a produção de papel Kraft (de alta resistência) e outros tipos de papel fino (para cigarro, filtro, papel dielétrico, absorvente higiênico, fralda etc). Além dessas aplicações, a fibra também tem sido utilizada na indústria automotiva, de móveis, de eletrodomésticos, de geotêxteis (proteção de encostas, na agricultura e revestimento de estradas), na mistura com polipropileno, em substituição à fibra de vidro (composição de objetos plásticos) e na construção civil (SUINAGA et al., 2006).

As fibras do sisal representam o percentual de apenas 4 % da folha, por sua vez, os resíduos do desfibramento correspondem a 96 %, sendo 15% de mucilagem ou polpa, 1% bucha (fibras curtas) e 81% resíduo líquido (SUINAGA et al., 2006). No Brasil, estes resíduos têm sido aproveitados na fabricação de ração para caprinos e ovinos, como substrato vegetal, mas grande parte ainda é abandonado no campo de cultivo até ser retirado para novos plantios e queimado, sem sequer ser incorporado ao solo (SOUZA et al., 2007; RODRIGUEZ et al., 2008).

O resíduo líquido do sisal, tem como principais constituintes do metabolismo secundário alcalóides, saponinas e taninos (BARRETO, 2003). Estas substâncias estão relacionadas principalmente ao mecanismo de defesa de plantas, sendo tóxicos para um grande número de insetos. Atividade inseticida foi constatada por Pizarro et al. (1999) com aplicação de suco bruto e de extratos em larvas dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* e por Gonçalves

Júnior (2002), no controle do nematóide de galhas do tomateiro. Barreto (2003) observou a mesma atividade sobre o ácaro rajado do algodoeiro.

O uso de inseticidas naturais deve-se à necessidade de se dispor de novos compostos para uso no controle de pragas. A diminuição a diversidade de moléculas sintéticas com atividade inseticida e o incremento nos custos de produção das mesmas, também têm estimulado os estudos com inseticidas vegetais. A produção de compostos químicos naturais representa 7,5% do mercado de produtos químicos, farmacêuticos, veterinários e de proteção de plantas (VENDRAMIM et al. 2000).

Os inseticidas naturais constituem-se em um importante método de controle a ser adotado, principalmente, pelos pequenos e médios agricultores que têm utilizado o controle químico como principal medida empregada para evitar que os prejuízos atinjam o nível de dano econômico, muitas vezes não tem a eficácia desejada e apresenta alto custo, pois geralmente são necessárias várias aplicações (VASCONCELOS et al., 2006).

Entre as culturas de grande importância para Brasil, o milho tem recebido várias aplicações de agrotóxico. A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes no contexto econômico e social do mundo, pois ocupa a segunda posição em termos de produção mundial, sendo um produto agrícola de grande utilização na alimentação animal e humana, constituindo-se em matéria prima de expressiva importância para o uso industrial. No Brasil, o milho tem sido cultivado em aproximadamente 14 milhões de hectares (CONAB, 2009). Todavia, dentre os fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção tem-se a incidência de pragas, especialmente a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797), que pode determinar prejuízos à lavoura e à produção, com importante impacto econômico.

S. frugiperda, pertencente à Ordem Lepidoptera e família Noctuidae. As lagartas recém eclodidas são pouco representativas, mas depois de desenvolvidas, passam a danificar as folhas centrais do cartucho do milho, o qual pode ser totalmente destruído. Em ocorrências tardias pode atacar a espiga, destruindo a palha e os grãos, além de propiciarem a entrada de patógenos e umidade, determinando o apodrecimento das mesmas. O ataque pode ocorrer desde a fase de plântula até as fases de pendramento e espigamento (ÁVILA, NAKANO, 1999). Além do milho, o inseto danifica também outras culturas, incluindo pastagens, arroz, cana-de-açúcar, trigo, aveia, cevada, amendoim, batatinha, alfaça e diversas hortaliças.

O controle químico dessa praga tem demandado significativo aumento no número de pulverizações com inseticidas sintéticos, causando o surgimento de populações resistentes aos diferentes produtos químicos disponíveis, bem como implicações no meio ambiente (VENDRAMIM et al., 2000). Este tipo de controle é a principal medida empregada para evitar que os prejuízos atinjam o nível de dano econômico, muitas vezes não tem a eficácia desejada e apresenta alto custo para os produtores rurais, pois geralmente são necessárias várias aplicações proporcionando a contaminação dos grãos deixando resíduos nos alimentos causando problemas de saúde pública.

Assim, os avanços nas pesquisas relacionadas aos inseticidas de origem vegetal têm possibilitado perspectivas para sua utilização no controle de pragas podendo se constituir numa alternativa viável a ser utilizada pelos produtores rurais, promovendo futuras utilizações para os subprodutos do sisal e a possibilidade de abertura de novos mercados para essa cultura. A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a atividade inseticida de extratos obtidos a partir do resíduo líquido de *A. sisalana*, *in vitro* e *in vivo* sobre *S. frugiperda* em milho, bem como avaliar a fitotoxicidade destes extratos para a cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Agave sisalana* Perrine

2.1.1 Origem e caracterização botânica e química

A palavra agave tem sua origem na expressão grega “*agaus*”, que quer dizer magnífico. Pela sua beleza e rusticidade, a agave também é muito utilizada como planta ornamental. O seu principal emprego, porém, reside no aproveitamento integral das fibras estruturais contidas nas suas folhas, de ampla utilização na indústria de cordoalha (OASHI, 1999).

O gênero *Agave* pertencente à família Agavaceae, compreende mais de 650 espécies distribuídas nas regiões áridas de clima tropical e subtropical do mundo (ABDEL-GAWAD et al, 1999), sendo o seu centro de origem e dispersão a região constituída pelo México, América

Central, Antilhas e sudoeste dos Estados Unidos. No Brasil ocorrem quatro gêneros e cerca de 20 espécies (IRISH, 2000).

A *sisalana* é uma planta perene, herbácea, ciclo de vida entre 8 a 10 anos, quase acaulescente com folhas grandes, que variam de 1,2 a 2,0m de comprimento, dispostas em espiral, em geral carnosas, duras, de coloração verde-lustrosa, convexas e canaliculadas na parte superior, apresentando ápice pungente, margem irregularmente acauleada e pendão floral de aproximadamente 6 a 9 metros de altura por 15cm de diâmetro.

A raiz é típica das monocotiledôneas, sendo fasciculada, fibrosa e em forma de tufo. As folhas são lanceoladas e lineares, sem pecíolo, podendo atingir 9 a 12 cm de largura e de 90 a 130 cm de comprimento. O espinhos terminais podem atingir um comprimento de 2 a 2,5 cm, cônicos, de coloração marrom-escuro (ISISH, 2000).

Espécie monocárpica e plurianual, o sisal floresce uma vez; a inflorescência é uma panícula de forma variável em geral oblongo piramidal, podendo alcançar até 6 m de altura; cada uma delas tem entre 25 a 40 ramos principais com uma média de 40 flores (ISISH, 2000).

As flores são hermafroditas e grupadas em cachos situadas no final de cada ramo das panículas; o perianto é formado de seis sépalas unidas na base, enquanto o ovário se situa abaixo da inserção das demais partes da flor. A floração ocorre uma única vez e após dirigir toda sua energia na produção de frutos e bulbilhos a planta-mãe morre. A polinização é, em geral, realizada por insetos (SOUZA, LORENZI, 2005).

Os frutos do sisal são cápsulas com cerca de 3,0 cm de comprimento e 2,0 cm de diâmetro, três lóculos, nos quais as sementes, delgadas, de forma redondo-triangular, de cor preta e bastante leves, se distribuem em duas colunas.

A composição química do resíduo líquido de *A. sisalana* foi verificada por Barreto (2003) utilizando amostras do resíduo líquido, no qual foram encontrados os seguintes compostos: Taninos, Alcalóides Cumarinas e Saponinas. Segundo Agrell et al. (2003), nas plantas, as saponinas desempenham um papel importante na defesa contra insetos e microorganismos, sendo uma importante classe de substâncias na resistência de plantas contra insetos fitofágos.

2.1.2 Atividades de constituintes do gênero *Agave* e da espécie *A. sisalana*

Em plantas do gênero *Agave*, especificamente *A. intermixta* Trel., foram relatados por Gupta (1995) os usos terapêuticos dos extratos aquosos de suas folhas, no tratamento de artrite, inflamações, tumores e infecções. O autor destaca ainda que outras espécies desse gênero possuem efeitos antimicóticos, anticancerígenos, antivirais e antituberculosicos, e ainda efeitos tóxicos, conforme verificada em uma análise toxicológica preliminar, quando ministradas em ratos em dosagens de 1 g/kg durante 10 dias.

Potenza et al. (2004) avaliaram extratos etanólico e hexânico de *A. angustifolia* obtendo uma mortalidade entre 8 e 12% quando aplicados em *Blattella germânica* (Barata alemã).

Extratos aquosos de *A. angustifolia* promoveram redução significativa da população de *Tetranychus urticae*, comumente chamado de ácaro rajado, em algodão, apresentando 76,30% de eficiência, conforme pesquisa realizada por Potenza et al. (2006).

Verástegui et al. (2008) verificaram atividade antimicrobiana de *Agave picta* sobre bactérias e fungos patogênicos, produzindo zonas de inibição de 9–13 mm em *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, e *V. cholerae*, além de *B. cereus* e *Y. enterocolitica*.

Guleria e Kumar (2009) observaram atividade antifúngica de *A. americana* sobre *Alternaria brassicae* sendo observada a inibição do desenvolvimento do fungo ao aumentar as concentrações.

Garcia et al. (1999) verificaram que extratos de espécies do gênero *Agave* apresentam atividades contra bactérias gram-positivas e gram-negativas; e constituem uma importante fonte de saponinas esteróides, principalmente hecogeninas, que são componentes naturais utilizados na indústria farmacêutica para síntese de esteróides medicinais como corticosteróides, hormônios sexuais e esteróides diuréticos. Em espécies de *Agave* as principais saponinas encontradas foram: tigogenina, hecogenina, sisalagenina, diosgenina, gentrogenina, 9-dehidrohecogenina, yamogenina, neo-tigogenina, gitogenina, rockogenina, clorogenina, 9-dehidromanogenina (Blunden et al., 1980).

Pizarro (1998) utilizou *A. americana* no controle do carrapato bovino (*Boophilus microplus*), durante dez dias, constatando no 13º dia uma mortalidade dos carrapatos de 95% quando o extrato foi utilizado puro, e de 100% quando diluído em óleo na proporção de 1:1. Potenza et al. (1999) obtiveram controle satisfatório do ácaro rajado *Tetranychus urticae* em algodão com extratos de *Annona* sp., *Agave* sp., *R. graveolens* e *D. brasiliensis*, com eficiência superior a 80%.

Diversos pesquisadores verificaram em folhas da *A. sisalana*, a presença da hecogenina, uma saponina esteroide. Deve-se, entretanto, a Callow et al. (1951) citado por Oashi, 1999, a descoberta que a hecogenina poderia ser isolada a partir do suco existente nas folhas de *A. sisalana*. Posteriormente Spensley (1952) e Dawidar et al. (1961) também citados por Oashi, 1999, constataram que nas folhas maduras e velhas, existe um percentual de hecogenina superior ao das plantas mais jovens. Esta saponina, devido ao grupo ceto no C-12, não é apropriada para a manufatura de anticoncepcionais de uso oral, mas é o ideal para a síntese de corticosteróides, sendo usada como matéria-prima na produção de hormônio cortical, como cortisona, cortisol, prednisolone, prednisone, dexametasona, betametasona e outras.

Castro-Franco et al. (1998) utilizaram extratos de *Agave lecheguilla* com *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* para obtenção de um bioinseticida no controle da *S. frugiperda*.

De *Agave decipiens* Backer, no Egito, foi extraído e isolado quatro saponinas que mostraram atividade moluscicida contra *Biomphalaria alexandrina*, um caracol que é hospedeiro intermediário de *Schistosoma mansoni* (Abdel-Gawad et al., 1999).

Pizarro et al (1999) realizaram trabalho com *A. sisalana* aproveitando o resíduo do desfibramento como larvicida para o combate dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, transmissores de doenças tropicais, obtendo do extrato uma concentração letal de 322 ppm para *A. aegypti* e de 100 ppm para *C. quinquefasciatus*.

Gonçalves Júnior (2002) avaliou os extratos fresco e curtido de agave no controle do nematóide *Meloidogyne incognita*, responsável pelo surgimento de galhas no tomateiro, tendo observado a eficiência dos extratos, os quais reduziram o número de galhas e de massa de ovos em diferentes tipos de solo.

Barreto (2003) utilizou o resíduo líquido fresco e curtido para avaliar a atividade sobre o ácaro rajado do algodoeiro (*Tetranychus urticae* (Koch, 1836) e observou que as aplicações dos sucos de agave causaram alta mortalidade do ácaro rajado e de seu predador, sendo os valores obtidos foram superiores a 95% para o ácaro rajado, e a 91% para o seu predador

Keriko e Mutie (2008) observou que extratos *A. sisalana* causou mortalidade significativa quando aplicado sobre *Teticulitermes flavipes* (Koller) rhinotermitide.

2.1.2 Exploração e Cadeia produtiva do sisal

De todas as espécies cultivadas no mundo, apenas a *Agave sisalana* Perrine e a *Agave fourcroydes* Lamaire se destacam comercialmente para a produção de fibras. A primeira, conhecida por todo o mundo como agave ou sisal, é quase a única espécie cultivada no Brasil, e a mais produzida no mundo. A segunda, conhecida como agave brava, sisal branco, cabinho ou henequém, tem como maior produtor o México. Suas fibras são tecnologicamente mais fracas que as do sisal e normalmente são usadas para a fabricação de *binder twine* (fios de enfeixar).

Trazido do México por volta de 1903, somente a partir do final da década de 1930, a espécie *A. sisalana*, passou a ser vista como uma alternativa econômica. A planta foi introduzida nos estados da Paraíba, Bahia e Rio Grande do Norte, em virtude das condições climáticas propícias, pois o sisal é uma planta semixerófila, que requer clima quente e grande luminosidade e é adaptada a regiões semi-áridas, por ser altamente resistente a estiagens prolongadas, apresentando estruturas peculiares de defesa contra as condições de aridez: folhas carnosas, número reduzido de estômatos e epiderme fortemente cutinizada (SILVA, 1999).

A resistência do sisal a fatores climáticos adversos tem sido uma das razões por que, em algumas áreas do Nordeste, os agricultores optaram pelas explorações sisaleiras. Estas constituem-se em fontes de emprego nas épocas de impossibilidade de culturas de subsistência e contribuem para a absorção de parte da mão-de-obra agrícola existente.

Segundo Botelho e Souza (2006), ao contrário de muitos produtos agrícolas que só podem ser cultivados em determinados solos e sob condições climáticas definidas, o sisal permite seu cultivo em solos de diferentes composições e sob regimes pluviométricos os mais diversos possíveis.

A exploração do sisal da-se em função de sua fibra constituída basicamente de hemicelulose, celulose e lignina, que tem aplicações, principalmente têxteis (confecção de fios e cordas), e também na construção civil, na indústria automobilística, produção de tapetes, papéis finos, e uma larga utilização no artesanato (SILVA e BELTRÃO, 1999; SILVA, 2006).

Os principais países produtores são Brasil, Quênia, Tanzânia e Madagascar. Atualmente, esta cultura está expandida em muitos países, como: Bolívia, Colômbia, Equador, Espanha, Itália, Panamá, Peru e Venezuela. A Bahia é o estado que apresenta a maior área plantada e a maior produção nacional (FIGURA 1). Os municípios produtores mais importantes são: Coité, Queimadas, Santa Luz, São Domingos, Valente, Piemonte da Chapada Diamantina, Jacobina, Urolândia e Várzea Nova (CONAB 2009).

ESTADO	ÁREA (kg/ha)		PRODUÇÃO (t)		VARIÇÃO (%) *
	2007	2008	2007	2008	
Bahia	262.474	274.254	232.966	242.852	4,2
Paraíba	12.645	11.696	10.167	9.408	(7,5)
Rio Grande do Norte	2.448	2.450	1.393	1.394	0,1
Ceará	450	450	755	765	1,3
Pernambuco	10	10	8	8	-
Total Nordeste	278.027	288.860	245.289	254.427	3,7
Total Brasil	278.027	288.860	245.289	254.427	3,7

(*) Variação refere-se à produção (2007/2008)
 Fonte: Ibge - Elaboração: Conab-RN

Figura 1: Comparativo de área e produção de sisal-Brasil (Fonte: IBGE)

Beneficiamento da fibra

A cultura do sisal é bastante absorvedora de mão-de-obra em todas as fases de implantação, manutenção, colheita e desfibramento. Além do contingente de mão-de-obra diretamente ocupado na atividade sisaleira, grande número de outras pessoas é dependente dessa cultura ainda no setor primário, bem como no secundário e terciário.

A composição do complexo de produção e desfibramento, bem como suas funções, encontra-se especificadas a seguir:

-Colheita: No cultivo de *A. sisalana*, cujo ciclo varia entre 8 e 10 anos, o primeiro corte é realizado aproximadamente aos 36 meses após o plantio, no qual podem ser colhidas de 50 a 60 folhas/planta (FIGURA 2). Na primeira colheita, 30 a 40% são folhas curtas, impróprias para a cordoaria, nas colheitas subseqüentes, são retiradas aproximadamente 50 a 70 folhas/planta. Em condições normais de colheita recomenda-se, deixar, após o corte, de sete a nove folhas.



Figura 2: Corte das folhas de *A. sisalana*, Valente, Bahia.

Transporte: No Nordeste brasileiro o transporte mais comum das folhas de sisal do campo até a máquina desfibradora é feito por meio de jumentos (FIGURA 3). Quando há uma máquina desfibradora automática, que é fixa e tem maior capacidade de processamento, as folhas são reunidas em feixes e transportadas em caminhão ou reboques tracionados a trator.



Figura 3: Transporte das folhas de *A. sisalana* do campo até a máquina desfibradora por jumento (Valente, Bahia)

-Desfibramento: A principal operação pós-colheita é o desfibramento do sisal, processo pelo qual se elimina a polpa das fibras, mediante uma raspagem mecânica. No Nordeste brasileiro o desfibramento é realizado por meio de uma máquina denominada “motor de agave” ou “máquina paraibana” (FIGURA 4A e B), a qual desfibra em torno de 150 a 200 kg de fibra seca em um turno de 10 horas de trabalho, desperdiçando, em média, 20 a 30% da fibra; além disso, envolve um número elevado de pessoas para a sua operacionalização (SILVA e BELTRÃO, 1999).



Figura 4: Desfibramento de folhas de *A. sisalana* (A) e Fibras (B), Valente, Bahia.

- Lavagem e secagem da fibra: Após o término do desfibramento a fibra obtida é transportada em no dorso de animais, estaleiros (FIGURA 5).



Figura 5: Secagem das fibras em estaleiros, Valente, Bahia.

-Enfardamento e armazenamento: a fibra é acondicionada em fardos para o transporte até a indústria de fiação. Os fardos são preparados em prensas mecânicas ou hidráulicas (FIGURA 6 A) caixas de dimensões médias de 150 x 50 x 70 cm, podendo variar entre 200 e 250 kg de peso. O armazenamento é feito em galpões com boa ventilação (FIGURA 6 B).

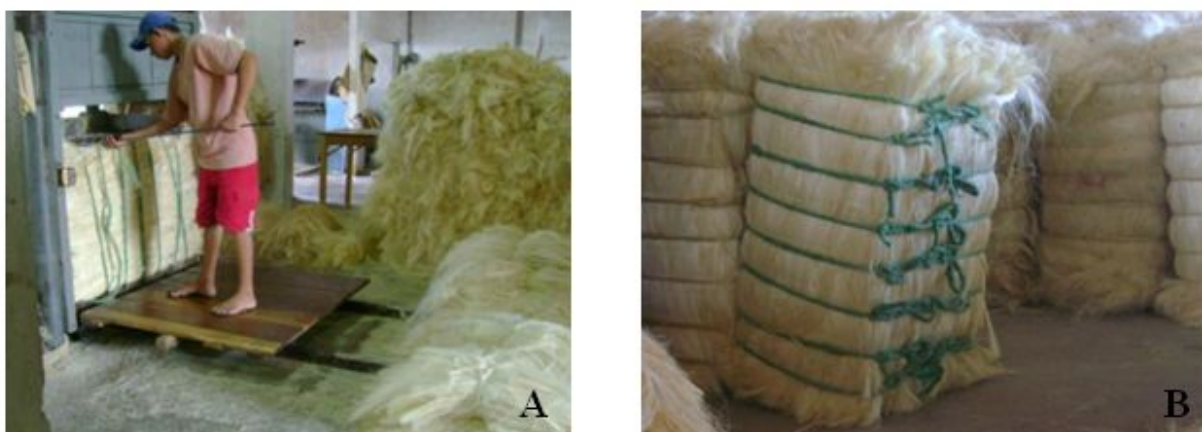


Figura 6: Enfardamento de fibras secas de *A. sisalana* (A) e Armazenamento dos fardos (B).

A mão-de-obra envolvida no desfibramento com a máquina paraibana pode ser dividida em:

- 1) Cortador: colhe as folhas das plantas, cortando-as com um instrumento apropriado. O número de pessoas envolvidas nesta atividade pode variar de uma a três.
- 2) Enfeixador: amarra as folhas em forma de feixes que serão transportados até a máquina desfibradora.
- 3) Cambiteiro: recolhe os feixes e os transporta até a máquina, com o auxílio de um jumento que transporta as folhas em seu dorso.
- 4) Puxador ou cevador: é o responsável pela operacionalização da máquina, atividade que envolve uma ou duas pessoas simultaneamente, dependendo da região produtora.
- 5) Fibreiro: responsável pelo abastecimento da máquina com as folhas e pela recepção das fibras, que são pesadas com umidade. Esta atividade poderá ser realizada por uma ou duas pessoas.
- 6) Bagaceiro: retira da parte inferior da máquina os resíduos sólidos do desfibramento. Esta atividade pode envolver uma ou duas pessoas.
- 7) Lavadeira ou Estendedeira: faz a lavagem, secagem e armazenamento da fibra.

2.1.3 Aproveitamento de subprodutos de *A.sisalana*

A produção brasileira de fibra seca de sisal foi, no ano de 2004, de 139,7 mil toneladas, representando o percentual de apenas 4% da folha (FIGURA 7); por sua vez, os resíduos sólidos do desfibramento obtidos para este quantitativo de fibra, que correspondem a 15% da folha, foram da ordem de 489,0 mil toneladas, quantidade bastante significativa e que merece ser estudada para um aproveitamento melhor (SILVA et al., 2006).

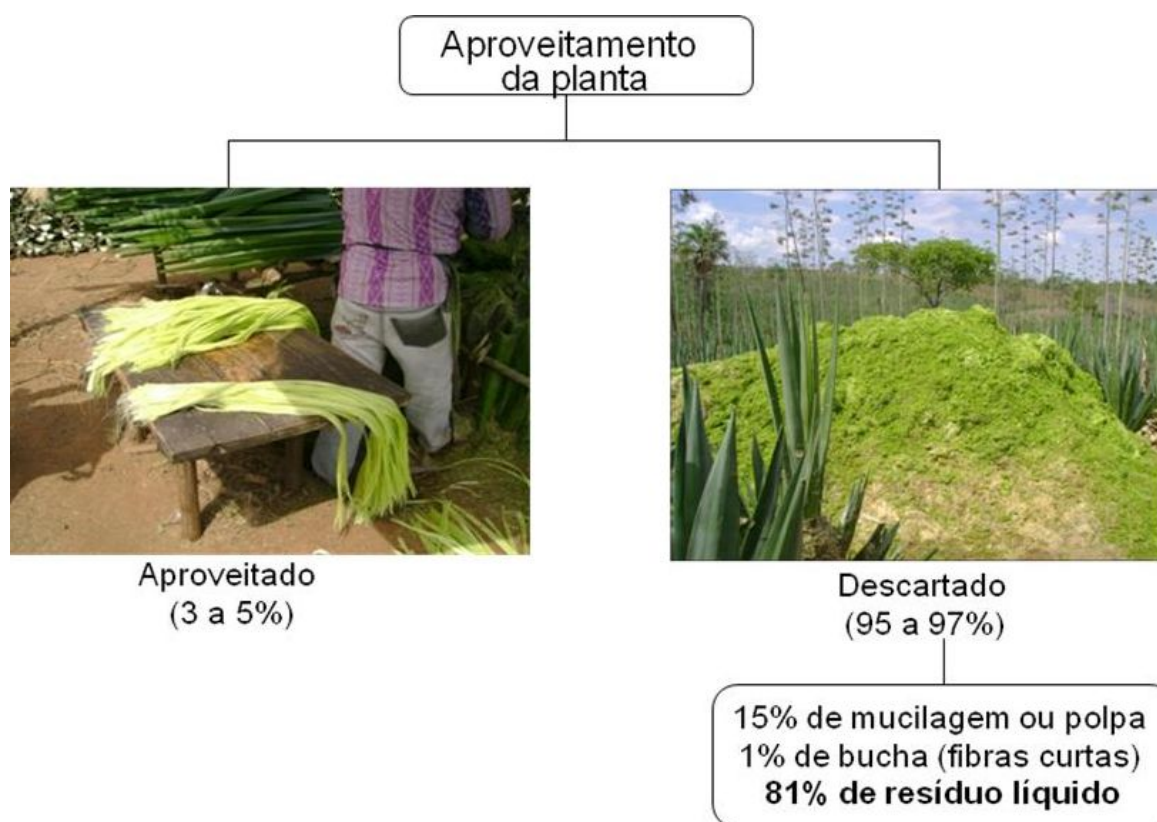


Figura 7: Aproveitamento da planta de *A.sisalana*, Valente, Bahia (Fonte: SUINAGA et al., 2006).

Esses resíduos se constituem de suco ou seiva vegetal, partículas de tecido parenquimatoso esmagado e de pedaços de folha e fibras de diferentes tamanhos. No Brasil, esses resíduos são também chamados bagaço e, na maioria das vezes são abandonados no campo. São poucos os produtos obtidos são utilizados como: adubo ou alimento para ruminantes, assim como as formas de armazenamento e de arraçamento para ruminantes e o uso da mucilagem na alimentação animal no Brasil.

Quando utilizados, os resíduos são distribuídos na própria cultura, nas áreas circunvizinhas ao motor, nos dois lados das fileiras. Além da fertilização, este material serve para evitar o desenvolvimento de plantas daninhas e aumentar a retenção de umidade pelo solo.

Novilhos confinados, alimentados com resíduos do desfibramento do sisal (mucilagem) puro e associado com outros alimentos, tiveram bons resultados constatando sua importância, principalmente na última condição (PAIVA et al., 1986).

LIMA et al. (2006), avaliou a composição de substratos utilizando misturas de solo, esterco bovino, casca de amendoim, mucilagem de sisal, bagaço de cana e cama de frango para produção de mudas de mamoeira e verificou que o substrato que continha mucilagem de sisal em sua composição propiciou o melhor crescimento das mudas, devido à aeração promovida pela mucilagem.

O substrato resultante do processamento do sisal pode ser aproveitado para a produção de cogumelos comestíveis, com isso fazendo-se uso de tecnologias com sistemas alternativos de aclimação e condicionamento para produção em escala comercial. Tem-se, portanto, a possibilidade de agregação de valor à produção para melhoria dos níveis de renda da pequena e média propriedades sisaleiras.

2.2 Utilização de espécies vegetais com propriedades inseticidas

Algumas plantas, ao longo de sua evolução, desenvolveram sua própria defesa química contra os insetos herbívoros, sintetizando metabólitos secundários com propriedades inseticidas; isto é, com atividade tóxica contra os insetos ou que causem sua morte por outros modos de ação, ou mesmo sua repelência.

Os inseticidas vegetais são produtos derivados dessas plantas ou partes das mesmas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos, tais como álcool, éter, acetona, clorofórmio, etc. por destilação (WIESBROOK, 2004).

De acordo com Gallo et al. (2002), algumas substâncias ou compostos de plantas podem atuar de várias formas, especialmente quando é um complexo que é responsável por sua ação sobre o inseto, e os metabólitos secundários de plantas com efeitos de inseticida podem agir como inibidores da alimentação.

Os primeiros inseticidas vegetais utilizados no controle de pragas foram nicotina, extraída do fumo *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), a rianodina extraída de *Ryania speciosa* (Flacuorticaceae), a sabadila oriunda de *Schoenocalum* (= *Veratrum*) *officinale* (Liliaceae), a piretrina, proveniente de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) e a rotenona extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae) (GALLO et al., 2002). A nicotina é um alcalóide simples, precursora do inseticida imidacloprida que atua no sistema nervoso do inseto, competindo com a acetilcolina por ligar-se aos receptores da sinapses dos axônios (REIGART e ROBERTS, 1999)

As pesquisas com inseticidas botânicos ressurgiram e passaram a adquirir grande importância nas últimas décadas (VIEGAS JUNIOR, 2003). Vieira et al. (2003) relataram ainda que um dos principais incentivos à busca de novos inseticidas de origem vegetal tem sido a percepção da opinião pública de que inerentemente, os produtos naturais são mais seguros que os sintéticos. Por outro lado, a diminuição na diversidade de moléculas sintéticas com atividade inseticida e o incremento nos custos de produção das mesmas, também tem estimulado os estudos com inseticidas vegetais (VENDRAMIM e CASTIGLIONI, 2000).

Entre as plantas inseticidas, o neem (*Azadirachta indica*) é uma das maiores responsáveis pelo grande interesse atual na busca de novas plantas e de novos compostos inseticidas (BOGORNI e VENDRAMIM, 2003).

Pesquisas desenvolvidas por Souza e Vendramim (2000), com objetivo de testar o efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bermisia tabaci* biótipo B, mostraram resultados promissores com o uso de folhas de *Melia azedarach* L. e ramos de *Trichilia pallida* Swartz. Oiguangbe et al. (2006), observou que frações do extrato hexânico de *Vigna vexillata*, *Vigna oblongifolia* e *Vigna unguiculata* influenciaram no desenvolvimento e na fecundação de *Maruca vitrata* Fabricius.

Jbilou et al. (2006) utilizaram extratos metanólico de quatro plantas medicinais *Peganum harmala* (Zygophyllaceae), *Ajuga iva* (Labiataeae), *Aristolochia baetica* (Aristolochiaceae) e *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae) para avaliar o efeito inseticida sobre a praga *Tribolium castaneum* (Herbst) e observaram um aumento significativo na inibição alimentar.

2.3 Milho: importância e economia

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes cereais do mundo, pois representa a base da alimentação humana e animal. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, cuja produção de grãos para safra 2008/2009 está estimada em 52,3 milhões de toneladas, sendo que essa cultura ocupa cerca de 13 milhões de hectares, com uma produção média de 41 milhões de toneladas por ano (DUARTE et al., 2006; CONAB, 2009). Porém, o rendimento da cultura do milho é baixo, principalmente quando comparado ao de outros países produtores como a Argentina, China e Estados Unidos. Esse fato deve-se a diversos fatores, entre eles, ao ataque de pragas desfolhadoras de plantas.

O milho é um dos cereais mais importantes do mundo por constituir a base da alimentação humana e animal. A produção de milho tende a se expandir fortemente para suprir a demanda gerada pelo crescimento populacional e, principalmente, pelo consumo de fontes de energia renováveis, estabelecendo, assim, a era da agricultura energética (SILVA, 2004).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano.

Nos últimos 32 anos, da safra 1974/75 à safra 2006/07, a área plantada de milho no mundo passou de 118,7, para 146,4 milhões de hectares, apresentando crescimento de 23,3%. A produtividade cresceu de 2,52 para 4,73 t/ha; aumento de 87,7%. A produção foi ampliada de 299,8 para 692,4 milhões de toneladas - incremento de 130,9%. O consumo saltou de 292,9 para 729,0 milhões de toneladas; avanço de 148,9%. Aproximadamente 2,0 milhões de toneladas por dia. Os estoques de 192,9 milhões de toneladas em 1999/00 (suficientes para 116,4 dias de consumo) caíram para 87,9 milhões de toneladas em 2006/07 (44,0 dias de consumo) - menor estoque dos últimos 32 anos.

No Brasil, a produção nacional de milho na safra 2007/08, foi de 58,664 milhões de toneladas, superior à safra anterior em 9,1%, sendo a produtividade de 3,9 mil (Kg/ha) (CONAB, 2009).

2.3.2 Principais pragas

O milho apresenta vários problemas de pragas no campo, pode-se citar: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848), *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e *Heliothis zea* (Boddie, 1850), que incidem sistematicamente todos os anos, algumas de forma generalizada. Depois de colhido, o milho continua a ser danificado nos depósitos, destacando-se o *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) e a *Sitrotoga cerealla* (Oliver, 1819).

2.3.2.1 *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda, pertencente à Ordem Lepidoptera e Família Noctuidae é a principal praga do milho, conhecida por lagarta-do-cartucho, lagarta dos milharais e lagarta militar e ataca principalmente as folhas mais novas (FIGURA 8).



Figura 8: Planta com cartucho destruído com o ataque de *S. frugiperda* (A), Cartucho do milho atacado por *S. frugiperda*.

Devido ao canibalismo é comum encontrar-se apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho, podendo ser encontrada lagartas em diferentes instares (variam de 6 a 7 instares ou estágios) num mesmo cartucho, separadas pelas lâminas das folhas.

Biologia e Danos causados por *S. frugiperda*

A biologia de *S. frugiperda* é estudada desde longa data. A referência mais antiga desse inseto na literatura é de Smith, em 1797, relatando que o empulamento ocorre no solo e a mariposa emerge de 12 dias após a lagarta ter se dirigido ao solo. Dados biológicos foram revisados por Cruz (1995) e demonstrou que seu ciclo de vida passa por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto, descritas em seguida.

Ovo

Logo após a ovoposição, o ovo possui uma coloração verde-clara, passando a uma coloração alaranjada após 12 a 15 horas. Próximo à eclosão das larvas, torna-se escurecido devido à coloração escura da cabeça, vista por meio da casca. Os ovos são colocados em massa, geralmente em duas camadas, e cobertos por uma camada fina e longa de escamas, colocada pela fêmea por ocasião da postura. O número de posturas colocadas por mariposa varia bastante, sendo que já foi observado um máximo de 13 posturas por fêmea. O número de ovos também varia, tendo sido observados entre 9 e 593, com média entre 143 e 250 ovos. O período de incubação varia de acordo com a temperatura, sendo em média de 2 a 4 dias (CRUZ, 1995)

Lagarta

O corpo de uma lagarta recém eclodida, quando comparado ao de uma completamente desenvolvida, apresenta mais pêlos e a cabeça é mais larga em proporção ao tamanho do corpo. Geralmente, a lagarta é esbranquiçada antes de se alimentar e esverdeada após a alimentação.

As lagartas recém eclodidas alimentam-se da própria casca do ovo. Após esse primeiro alimento permanecem em repouso durante 2 a 10 horas, antes de sair em busca de alimento. Ocorrem seis instares na fase larval, sendo que a duração de cada um depende das condições de temperatura e da disponibilidade de alimento. A duração do período larval é de 12 a 30 dias.

Uma lagarta completamente desenvolvida no primeiro instar mede cerca de 1,90mm de comprimento, com a cápsula cefálica medindo 0,30mm de largura. No segundo instar, o corpo

possui coloração esbranquiçada com sombreamento marrom no dorso. O comprimento do corpo varia de 3,5 a 4,0 mm e a cápsula cefálica mede aproximadamente 0,40 mm.

O terceiro instar larval é caracterizado por uma coloração marrom clara no dorso e esverdeado na parte ventral, com linhas dorsais e subdorsais brancas. O corpo atinge 6,35 a 6,50 mm e a cápsula cefálica mede cerca de 0,74.

No quarto instar, a lagarta apresenta a cabeça marrom-avermelhada e o dorso do corpo marrom-escuro. O comprimento da lagarta chega a 10 mm e a largura da cápsula cefálica, a 1,09 mm.

No quinto instar, o corpo é semelhante ao do instar anterior, porém um pouco mais escuro. O comprimento do corpo é de aproximadamente 18 mm e a largura da cápsula cefálica é em torno de 1,80 mm.

No último instar, a lagarta tem o corpo cilíndrico e de coloração marrom acinzentada no dorso, esverdeada na parte ventral e subventral, sendo que esta última apresenta manchas de coloração marrom-avermelhada. As linhas dorsais e subdorsais são proeminentes. A frente da cabeça é marcada por um Y invertido, embora essa característica não seja sempre evidente como um meio de identificação. O corpo mede cerca de 35 mm e a largura da cápsula cefálica varia de 2,70 a 2,78 mm

Pré pupa e pupa

Quando completamente desenvolvida, a lagarta normalmente dirige-se ao solo e passa por um período denominado pré-pupa, durante o qual não se alimenta. Esta fase pode durar apenas um dia, quando a temperatura é elevada, mas em períodos amenos pode se estender por até cinco dias. Em seguida, a lagarta se transforma em pupa no solo, dentro do cartucho, no pendão ou até mesmo nas espigas de milho, entre a palha.

Logo após sua transformação, a pupa possui uma coloração verde-clara, sendo o tegumento transparente com vísceras visíveis. Nessa fase, o corpo é frágil e sensível a danos. Em poucos minutos, a pupa torna-se alaranjada e depois passa a coloração definitiva, ou seja, marrom-avermelhada, tornando-se aos poucos mais escura até ficar praticamente preta, momentos antes do adulto emergir, seu comprimento é cerca de 13 a 16 mm e a maior largura é

de 4,5 mm de diâmetro. A duração do período pupal varia de 6 a 55 dias, em função da temperatura.

Adultos

As mariposas que emergem das pupas geralmente voam para longe da área de origem, antes de fazer postura. Quando indivíduos de mesmo sexo se transformam em pupa em igualdade de condições, as fêmeas emergem cerca de um dia após os machos.

Os adultos atingem 35 a 38 mm de envergadura e apresentam dimorfismo sexual nas asas anteriores. As fêmeas têm coloração marrom-acizentada uniforme, com as manchas orbicular e reniforme pouco nítidas. Nos machos, a coloração é mais escura, com manchas brancas características no ápice e entre as manchas orbicular e reniforme (FERREIRA e MARTINS 1984).

Segundo Cruz (1995), a longevidade dos adultos varia de acordo com a disponibilidade de alimento e com a temperatura. De acordo com o autor, sem alimentação, as mariposas vivem aproximadamente 4,4 dias, enquanto que mariposas alimentadas vivem até 13,3 dias independente do sexo.

O tempo necessário para completar o ciclo de vida de *S. frugiperda* depende da temperatura; durante o verão, é em média de 30 dias, mas nos períodos mais frios pode chegar a até 50 dias. O número de gerações é variável; nas regiões onde o inseto tem condições a de sobreviver o ano todo, pode-se ter seis ou mais gerações.

Ferraz (1982) verificou que a temperatura influi em todas as fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, sendo a temperatura de 25°C considerada a mais favorável para o inseto.

Assim como outras espécies de insetos, as lagartas de *S. frugiperda* podem ser canibais, sendo comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho.

As mariposas não são ativas durante o dia e podem ser encontradas escondidas sob folhagem, próximas ao solo ou, no caso do milho, entre folhas do cartucho. A atividade diária das mariposas começa ao pôr-do-sol e atinge o pico entre duas e quatro horas mais tarde. O acasalamento ocorre nessa ocasião e a ovoposição, durante o terceiro e o quarto dia após a emergência da fêmea.

Danos causados

As perdas causadas por infestações de *S. frugiperda* em culturas de milho são estimadas, no Brasil, em cerca de 400 milhões de dólares por ano, podendo levar a perdas de até 50% no rendimento desta. (FIGUEIREDO; PENTEADO-DIAS; CRUZ, 2005), uma vez que o intenso dano causado pela lagarta-do-cartucho nas folhas de milho, além de influenciar negativamente na produtividade da cultura, impede o desenvolvimento adequado das plantas e, conseqüentemente, prejudica a formações de espigas e reduz o peso das mesmas, resultando numa correlação negativa e significativa entre as plantas atacadas e de rendimento em grãos em kg/ha (LIMA et al, 2008).

A capacidade de danos da espécie é influenciada pelo vigor da planta e pelo clima. Na região tropical, os danos podem ser severos, com cerca de 60 % de redução no rendimento de grãos. Em milho safrinha, em períodos de seca, a lagarta ocorre desde a germinação até a fase de maturação, causando danos semelhantes aos de outras lagartas. As larvas jovens consomem parte das folhas e mantém a epiderme intacta, onde os sintomas são bens visíveis.

O ataque da lagarta-do-cartucho varia os porcentuais de desfolha com as respectivas capacidades de suporte do ciclo da cultura do milho. No período compreendido entre 30 a 40 dias, é a fase onde há a menor capacidade de suporte à desfolha, já que as mais jovens consomem parte das folhas e mantém a epiderme intacta, sugerindo o sintoma de raspagem, podendo provocar dano de 15% e 34%. Esses danos são justificados pelo fato de que nesta fase ocorre a definição dos componentes do rendimento, ou seja, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, que serão os futuros responsáveis pela produtividade final da lavoura. A cultura suporta 50% da desfolha até 25 dias de emergida com um dano de 10%, de 25 dias aos 45 dias de emergida tem seu baixo suporte à desfolha e dano que varia de 15 a 34% e dos 45 dias de emergida aos 75 dias suporta 60% de desfolha com um dano de até 15% (CRUZ et al., 1997).

Controle

Apesar dos grandes avanços da pesquisa, ainda é a praga de maior preocupação na cultura do milho, não só no Brasil, mas em toda a América (CRUZ, 2005). O controle da lagarta-do-cartucho é efetuado normalmente com inseticidas sintéticos, tendo aumentado atualmente o uso

dos inseticidas pertencentes ao grupo dos reguladores de crescimento, como o Lufenuron (GRÜTZMACHER et al., 2000), que atua na síntese de quitina, alterando o processo de ecdise (GALLO et al., 2002). Atuam também sobre os adultos, que se contaminam ao se alimentar, provocando esterilidade dos mesmos e reduzindo sua fecundidade, além de afetar a viabilidade dos ovos (ÁVILA e NAKANO, 1999).

GRÜTZMACHER et al. (2000) evidenciaram que o uso continuado de um mesmo inseticida em um mesmo local é fator preponderante para que ocorra a resistência de *S. frugiperda*, particularmente aos inseticidas piretróides sintéticos, evidenciando que a lambdacialotrina aplicada em milho cultivado em várzea não alcançou um controle eficiente.

Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Spodoptera frugiperda*

Em experimentos realizados com extratos Orgânicos de *Trichilia* spp sobre *S. frugiperda* por Matos et al. (2006) foi verificado que os extratos hexânico e metanólico de folhas e o hexânico de ramos de *T. clausenii* foram os mais eficientes apresentando alta taxa de mortalidade larval (superior a 60%). Já os extratos de *T. elegans*, *T. clausenii* e *T. catigua*, também afetaram o desenvolvimento do inseto, retardando o desenvolvimento larval. Os extratos não afetaram o período pupal. Exceto para o extrato hexânico de *T. clausenii*, os extratos causaram redução significativa no peso de pupas em relação à testemunha.

Prates et al. (2003) avaliaram a atividade inseticida do extrato aquoso das folhas do nim sobre a lagarta-do-cartucho do milho, em laboratório, e observaram uma eficiência de 100% do extrato de folhas de nim.

Rodriguez et al., (2008) verificaram o efeito de extratos etanólicos de *Ocotea minarum*, *Nectandra megapotamica*, *Mascagnia pubiflora*, *Terminalia argentea* e *Tabebuia aurea*, sobre *S. frugiperda*, sendo observado maior mortalidade larval de 44% quando alimentadas com folhas de milho tratadas com *T. áurea*.

Bioensaios realizados por Lima et al. (2009) com óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) sobre lagarta-do-cartucho do milho *S. frugiperda*, demonstraram sua atividade inseticida para *S. frugiperda*, causando mortalidade e redução alimentar de 50% pelo

teste de ingestão e toxicidade aguda pelo teste de aplicação tópica, sendo também observados sintomas de neurotoxicidade, como agitação e hiperatividade.

Viana e Prates (2003) estudaram o efeito do extrato aquoso de folhas de nim com adjuvantes, sobre lagartas de *S. frugiperda* recém eclodidas. Compararam o efeito de contato, pulverizando as lagartas, e de ingestão, submergindo as folhas no extrato e/ou pulverizando-as no campo e oferecendo-as depois às lagartas. A pulverização direta sobre o inseto não prejudicou o desenvolvimento larval, entretanto as folhas de milho submergidas e pulverizadas com o extrato causaram elevada mortalidade (equivalente à causada pelo inseticida clorpirifós) e prejudicaram o desenvolvimento das lagartas sobrevivente.

REFERÊNCIAS

ABDEL-GAWAD, M. M.; EL-SAYED, M. M.; ABDEL-HAMED, E. S. Molluscicidal steroidal sapoins and lipid content of *Agave decipiens*. **Revista Fitoterapia**, Milão-Itália, v.70, p. 371-381, 1999.

AGRELL, J.; WIESLAW O.; STOCHMAL, A.; OLSEN, M.; ANDERSON, P. Herbivore-Induced Responses in Alfalfa (*Medicago sativa*). **Journal of Chemical Ecology** v.29, n.2, p.303-320, 2003.

ÁVILA, C. J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, n.2, p.293-299, 1999.

BARRETO, A. F. **Efeitos do emprego de sucos de agave no tratamento de sementes, controle do ácaro rajado [*Tetranychus urticae* (Koch, 1836)] e fitotóxicidade em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch)**. 2003. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

BLUNDEN, G.; CARABOT, A. C.; JEWERS, K. Steroidal sapogenins from leaves of some species of agave and furcraea. **Phytochemistry**, v. 19, p. 2489-2480, 1980.

BOTELHO, M.V.B.L.; SOUZA, W.A. **Cadeia agroindustrial do sisal no estado da Bahia**. Ed. Nova civilização. Cruz das Almas, 2006.

CASTRO-FRANCO, R., J. S.; GARCÍA A.; Galan-Wong, L. J. An alternative bioinsecticide formulation to encapsulate *Bacillus thuringiensis* toxin and extracts of *Agave lechuguilla* for the control of *Spodoptera frugiperda* Smith. **Phyton** v.62, p.71–77, 1998.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos – quarto levantamento, Janeiro/2009. Brasília: CONAB, 2009

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 21), 1995.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; VALICENTE, F.H.; OLIVEIRA, A.C. Application trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.145-152. 1997.

DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C.; GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J. Economia da produção e utilização do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. (EMBRAPA-CNPMS, Sistemas de Produção 1. Disponível em:

<<http://cnpms.embrapa.br/publicações/milho/economiadaprodu.htm>>. Acesso em: 25 Março 2009.

FERRAZ, M.C.V.D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura de milho**. 1982. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1982.

FERREIRA, E.; MARTINS, J.F.S. Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle. Goiânia: EMBRAPA,CNPAF, 67p. (EMBRAPA.CNPAF. Documentos, 11), 1984.

FIGUEIREDO, M.L.C.; PENTEADO-DIAS, A.M.; CRUZ, I. **Efeito do inseticida Match e sua interação com os inimigos naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2005. v.31, 6p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de entomologia agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2002. 649p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCÍA, M. D; QUÍLEZ A. M.; SÁENZ, M. T.; MARTÍNEZ-DOMÍNGUEZ; M. E. PUETA R, de la. Anti-inflammatory activity of *Agave intermixta* Trel. and *Cissus sicyoides* L., species used in the Caribbean traditional medicine. **Journal de Ethno pharmacology.** p. 395-400, 1999.

GOLÇALVES JUNIOR. **Avaliação de extratos de Agave no controle de galhas radiculares do tomateiro.** 2002. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; AZEVEDO, R.; GIOLO, F. P. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da lagarta-docartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 2000. p. 567-573.

GULERIA, S.; KUMAR, A. Antifungal activity of *Agave americana* leaf extract against *Alternaria brassicae*, causal agent of *Alternaria* blight of Indian mustard (*Brassica juncea*). **Archives of phytopathology and Plant Protection.** v.42 n.4 p. 370-375, 2009.

GUPTA, M.P. **Plantas Medicinales Iberoamericanas**. Colômbia: Presencia, Santa Fé de Bogotá, 1995. 572 p.

IRISH, G. M. **Agaves, Yuccas, and related plants: a gardener's guide**. Oregon, USA: Timber Press, 2000.

JBILOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**. v.5, n.10, p. 936-940, 2006.

KERIKO, J.M.; MUTIE, M.M. Insecticidal activities of the sisal plant, *Agave sisalana*, Agavaceae extracts against white termites, *Teticuliterms flavipes* (Koller) Rhinotermitidae. **Journal of Agriculture, Science and Technology** v.10 n.1, p.70-75, 2008.

LIMA, R. de L. S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J.F.; VALE, L.F.; BELTRÃO, N.E. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e. agrotecnologia** v.30, n.3, p. 474-479, 2006.

LIMA, J.F.M.;GRUTZMACHER,A.D.;CUNHA, U.S.; PORTO, M.P.; MARTINS, J.F.S.;DALMAZO, G.O. Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)(Lepdoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de vázea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.607-613, 2008.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V.G.; GUIMARÃES, P. L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazônica**, v. 39, n.2, p. 377–382, 2009.

MATOS, A.P.; NEBO, L.; CALEGARI, E.R.; BATISTA-PEREIRA, L. G., VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B. DA SILVA1, M.F.G.F.; FILHO , P.F.; RODRIGUES, R.R. Atividade Biológica de Extratos Orgânicos de *Trichilia* spp. (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Dieta Artificial. **BioAssay**, v.1, n.7, 2006.

OASHI, M. C. G. **Estudo da cadeia produtiva como subsidio para pesquisa e desenvolvimento do agronegócio do sisal na Paraíba.** 1999. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. 1999.

OIGUANGBE, O.N.; JACKAI, L.E.N.; EWETE, F.K. ; LAJIDE, L. Bioactive fractions of n-hexane extracts from *Vigna* pods against the legume pod borer, *Maruca vitrata* Fabricius. **African Journal of Biotechnology** v.5, n.19, p. 1846-1850, 2006.

PAIVA, J.A.J.; VALE, O.E.; MOREIRA, W.M.; SAMPAIO, A.O. **Utilização do resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana* Perrine) na alimentação de novilhos.** EMBRAPA/EPABA. Boletim técnico de pesquisa nº 5. Salvador-BA, 1986.

PIZARRO, A. P. B. Utilização do extrato de agave *Americana Linnaeus* no controle de *Boophilus microplus*, **Veterinária Notícia**, v. 4, n. 1, p.23-29, 1998.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V.; SANTOS, C. E. O aproveitamento do resíduo da industria do Sisal no controle de larvas de mosquito. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 31, p. 23-29, jan- fev. 1999.

POTENZA. M. R.. TAKEMATSU, A P.; SIVIERI, A.P.; SATO, M.E.; PASSEROTTI, C.M. Efeito acaricida de alguns extratos vegetais sobre *Tetranychus urticae* (koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66,n.1,p.31-37, 1999a.

POTENZA, M.R.; SILVA, R.C.; ARTHUR, V.; FELICIO, J.D.; ROSSI, M.H.; SAKITA, N.M. Avaliação de produtos naturais irradiados para controle de *Blattella germânica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). **Arquivo do Instituto Biológico** v.71, n. 4, p.485-492, 2004.

POTENZA, M.R.; GOMES, R.C.O.; JOCYS, T.; TAKEMATSU, A.P.; RAMOS, A.C.O.. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivo do Instituto Biológico** v.73, n.4, p.455-459, 2006.

PRATES H.T.; VIANA, O; WAQUIL; J.M. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003

REIGART, J. R.; ROBERTS, J. R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. 5.ed. Washington: EPA, 1999. 92p.

RODRIGUEZ, A.L.; SUÁREZ, J.S.; HORTA, J.Z.J.; JÁCOME, A.G. Comportamento da digestão anaeróbica do resíduo líquido da indústria de sisal em escala piloto. **Revista em Agronegócios e Meio ambiente**, v.1, n.1, p. 77-86, 2008.

SILVA, O. R. R. da. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 1999.

SILVA, D. F. Biocombustíveis e produção animal impulsionarão a cultura. **Agrianual**, São Paulo, p. 373-374, 2004.

SILVA, O.R.R.F.; BELTRÃO, N.E. de M. org. **Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999. 205p.

SILVA, O.R.R.F.; SUINAGA, F.A.; COUTINHO, W.M.. Cadeia produtiva. In: ANDRADE, W (Org.). **O sisal do Brasil**. Salvador: SINDIFIBRAS-Sindicato das Indústrias de Fibras Vegetais da Bahia; 2006. 156 p.

SUINAGA, F.A.; SILVA, O.R.R.F.;COUTINHO, W.M. **Cultivo de Sisal na região Semi-árida do nordeste brasileiro**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, v.5, 42p, 2006.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa-SP. Instituto Plantarum. 2005. 639p.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola** v.57, p. 403-406, 2000.

SOUZA, F.V.D.; SANTOS-SEREJO, J.A.; SENA, M.G.C.; MOURA, C. **Aproveitamento multiuso do resíduo do sisal: uma experiência que está dando certo**, 2007. Disponível em <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/27193.htm>>. Acesso em 12 Julho 2009.

VASCONCELOS, G. J. N.; JUNIOR, M. G. C.G; BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculiafoetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B Hemiptera: Aleyrodidae). **Ciência Rural** v.36, n.5, p.1353-1359, 2006.

VERÁSTEGUI, A.; VERDE, J.; SANTOS, G.; HEREDIA, N.; ORANDAY, A.; RIVAS, R. Species of Agave with antimicrobial activity against selected pathogenic bacteria and fungi. **World Journal of Microbiology and Biotechnology** v.24, n7, 2008.

VENDRAMIM, J.D.; ROEL; A. R. FRIGHETTO, R.T.S. Efeito do extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Revista Bragantia** v.59, n.1, p.53-58, 2000.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C. et al. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Pallotti, 2000. 234p. p.113-128.

VIANA, P.A.; PRATES, H.T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.69-74, 2003.

VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B.; ANDREI, C.C. Plantas Inseticidas. In: SIMÕES, C.Q.; MARIA OLIVEIRA, (Eds.). 5.ed. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRS, 2003. p.903-918.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle de insetos. **Química Nova**, Araraquara, v.26, n.3, p. 390-400, 2003.

RODRIGUEZ, S.R.; COUTINHO, G.V.; GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; ZANELLA, D. P. de F. Atividade inseticida de extratos etanólicos de plantas sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agrarian**, v.1, n.1, p.133-144, 2008.

WIESBROOK, M.L. Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, Urbana, v.17, n.3, p.1-3, 2004

CÁPITULO 2

EFEITO DE EXTRATOS OBTIDOS DE *Agave sisalana* SOBRE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO

INTRODUÇÃO

As perdas na produção da agricultura mundial, devido ao ataque de pragas e doenças, chegam a 37%, sendo 13% causadas por insetos. Em função disso, um grande volume de inseticidas é empregado anualmente na agricultura, o que além de aumentar o custo de produção, faz surgir a médio e longo prazo, desequilíbrio biológico, problemas de saúde aos agricultores e consumidores e seleção natural de insetos resistentes (ROBBS et al., 1996; GALLO et al., 2002).

A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é uma das principais pragas da cultura do milho no Brasil. O ataque deste inseto pode reduzir a produção de grãos em até 52% (VALICENTE, 2008). Seu controle tem sido feito com o uso de inseticidas químicos. Esses produtos acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos naturais, intoxicação de aplicadores e aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas (ROEL et al., 2000), sendo assim faz-se necessário à busca de alternativas que minimizem os efeitos adversos dos inseticidas sintéticos sobre o ambiente.

Como alternativas ao controle de pragas, estão sendo estudadas, atualmente, várias outras técnicas, nas quais se inclui o uso de produtos de origem vegetal, por terem em regra baixa toxicidade ao homem e animais e por apresentarem eficiência contra várias espécies de pragas.

Segundo Oliveira et al. (2007), o emprego de substâncias extraídas de plantas silvestres com o poder inseticida apresenta algumas vantagens quando comparada aos sintéticos: são renováveis, facilmente degradáveis, ou seja, não contaminam o meio ambiente. O desenvolvimento de resistência dos insetos a estas substâncias é lento, além de não deixarem resíduos nos alimentos, são seguros aos operadores, e de baixo custo, tornando-se acessível aos pequenos produtores.

O resíduo líquido de sisal tem sido relatado como causa de efeito tóxico em alguns insetos, sendo constatadas ações biocidas do resíduo líquido ou extratos com relação a larvas dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* (PIZARRO et al., 1999), no controle do

nematóide de galhas do tomateiro (GONÇALVES JÚNIOR, 2002), sobre *Alabama argillacea*, o curuquerê do algodoeiro, (AZEVEDO et al., 2001) e Barreto et al. (2001) avaliou o efeito de extrato de agave sobre ácaros rajados *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) em plantas de algodoeiro (*Gossypium latifolium* Hutch).

Considerando a importância da lagarta-do-cartucho, que causa perda significativa na cultura do milho e os resultados promissores de pesquisas com resíduo líquido ou extratos de *A. sisalana*, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o efeito de extratos obtidos a partir do resíduo líquido de *A. sisalana* em condições de laboratório no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Extração de Produtos Naturais (LAEX) da Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, em câmara de germinação do tipo BOD, com temperatura ajustada a $25\text{ °C} \pm 1$, e fotofase de 12 horas. Os extratos foram preparados no Laboratório de Fitoquímica e no LAEX.

Obtenção e manutenção de plantas de milho

As plantas de milho (BR116) utilizadas nos diversos experimentos foram cultivadas em estufa. A semeadura foi feita em sacos de polietileno de capacidade para 5 Kg, preenchidos com terra vegetal, sendo colocadas três sementes por vaso (FIGURA 9).

Quinze dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso.



Figura 9: Semeadura do milho em sacos de polietileno (5kg) (A), Plantas de milho (B).

A adubação de plantio foi realizada conforme recomendação técnica para a cultura sugerida por Raij et al. (1996) e a irrigação foi efetuada de modo a suprir as necessidades hídricas das plantas.

As folhas necessárias à alimentação das lagartas utilizadas nos experimentos, durante o período de estudo, foram retiradas dessas plantas a partir dos 35 dias até os 45 dias após emergência.

As paredes da estufa serviram como barreira para pragas que infestam a cultura do milho, de modo a não prejudicarem o desenvolvimento das plantas. O início da coleta das folhas, para serem utilizadas como substratos alimentares ocorreu quando a planta apresentava cerca de seis a oito folhas. Os vasos para os tratamentos eram preparados sistematicamente para sementeira, de modo a ter disponibilidade de folhas para a realização dos bioensaios.

Obtenção das larvas

Ovos de *Spodoptera frugiperda* foram obtidos da empresa BUG agentes Biológicos devido às impossibilidades de criação do inseto no LAEX.

Preparo dos extratos

Para o preparo dos extratos foram realizadas coletas do resíduo do sisal no município de São Domingos, cujas coordenadas são 11°24'53''S, 39°30'46''O e 330 m de altitude, com o apoio da Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira-APAEB.

O resíduo obtido a partir do desfibramento de folhas de *A. sisalana* foi coletado logo após o desfibramento das folhas com o auxílio de uma espátula grande (FIGURA 10a) e armazenado em recipiente plástico (FIGURA 10b).



Figura 10: Coleta do resíduo de sisal (A), Resíduo de sisal armazenado em balde (B)

Após a coleta, o resíduo foi transportado para o Horto Florestal, onde foi iniciado o processo de obtenção dos extratos. O resíduo foi filtrado com saco de tecido de algodão a fim de separar a mucilagem do líquido. Em seguida, foi realizada outra filtração com algodão utilizando funil de vidro para separar as partículas que não foram separadas na primeira filtração, sendo obtido um total de 67 litros de resíduo líquido (FIGURA 11 A). Este resíduo foi distribuído em bandejas plásticas e levado para estufa à 60 °C (FIGURA 11 B). À medida que a quantidade do resíduo era reduzida, este foi transferido para uma só bandeja, sendo que a concentração total foi realizada em sete dias, chamado extrato bruto concentrado (FIGURA 11 C).

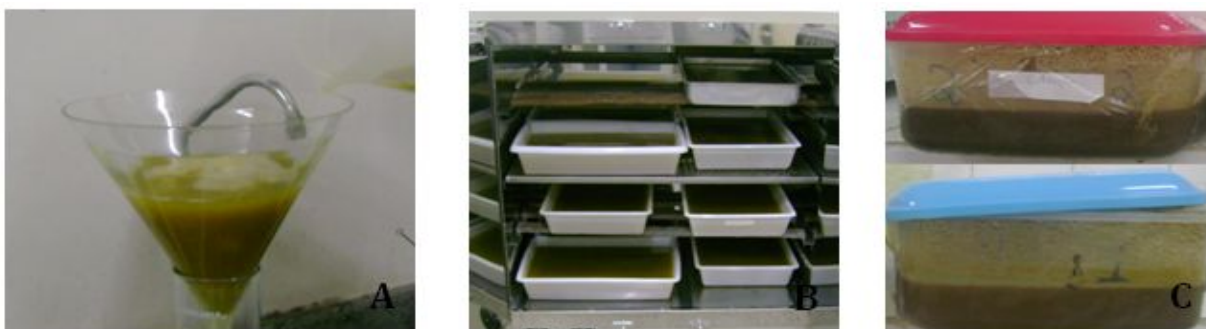


Figura 11: Resíduo filtrado em algodão hidrófilo (A), Desidratação em estufa a 60 °C (B), Resíduo líquido concentrado (C).

Ao extrato bruto concentrado foi adicionado uma solução de etanol 80% na proporção de 1:2 (Extrato bruto concentrado: Etanol 80%) distribuídos em quatro béqueres com capacidade para 5.000 mL. Cada béquer foi coberto com papel alumínio, para evitar a evaporação do álcool, permanecendo em repouso por 24 horas em abrigo de luz. O sobrenadante (extrato Hidroetanólico) foi retirado por meio de uma pipeta automática e, deste foi retirado 2/5 sendo concentrado em estufa para evaporação do solvente. Após toda evaporação do solvente, o extrato foi transferido para frasco de vidro e armazenado em geladeira, até sua utilização nos testes. A outra parte do extrato etanólico (3/5) foi distribuída em cinco provetas com capacidade para 2.000 mL, onde cada proveta com 0,748 mL de extrato etanólico foi preenchida com 1.252 mL do solvente Acetato de Etila até completar 2.000 mL, permanecendo em repouso por 24 horas, formando duas fases (O sobrenadante e o precipitado formado). O sobrenadante, extrato de Acetato de Etila foi retirado com o auxílio de uma pipeta automática e armazenado em um béquer para concentração que foi realizada em rotaevaporador a 60 °C e 200 mmHg. O precipitado das cinco provetas totalizou aproximadamente 1.000 mL, este foi reunido em um béquer e adicionado a mesma quantidade de água destilada (1.000 mL), formando uma solução aquosa, a qual foi acrescentado 80 mL do solvente Butanol e agitada levemente, totalizando 240 ml de butanol e 700 ml de solução aquosa, esta etapa foi repetida três vezes, obtendo-se 720 ml de extrato butanólico, este foi concentrado em estufa e 1,100 ml de fase aquosa FIGURA 12).

O preparo das soluções dos extratos para serem utilizados nos bioensaios foi feito com diluição em água destilada.

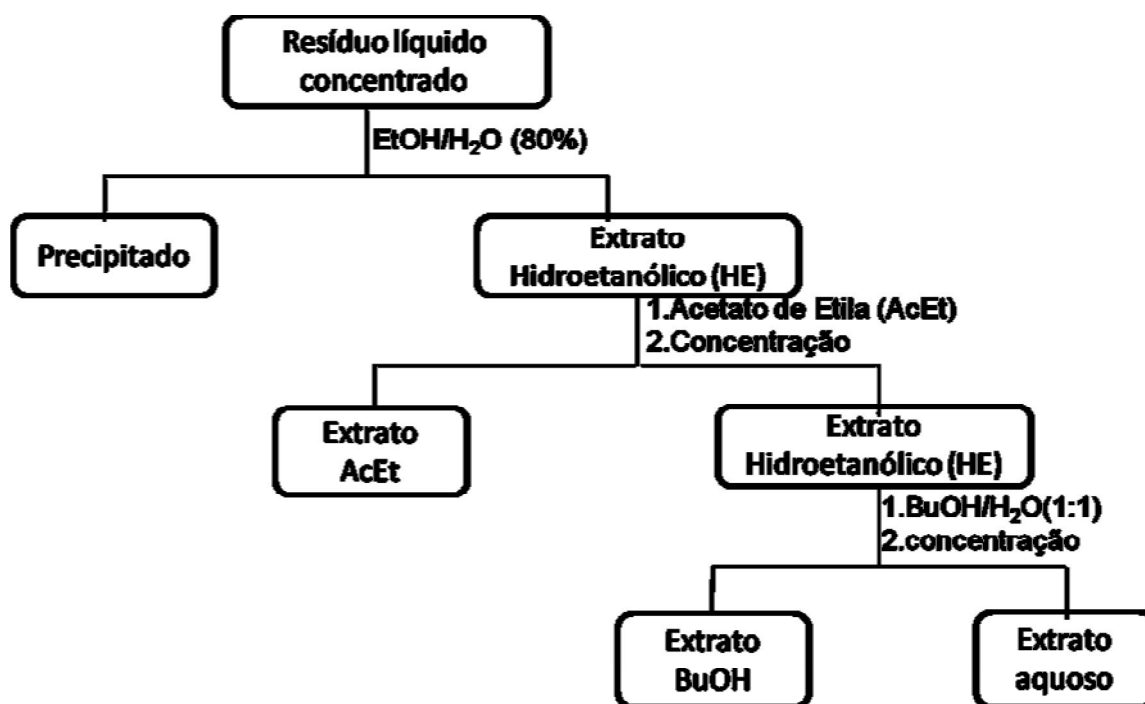


Figura 12: Esquema de fracionamento do resíduo líquido concentrado de *Agave sisalana*.

Montagem dos bioensaios

Larvas recém-eclodidas foram individualizadas, com auxílio de pincel provido de ponta fina, em placas de acrílico (6,5 cm x 2 cm). As placas, devidamente identificadas, foram mantidas em câmara incubadora tipo B.O.D. a 25 ± 1 °C e fotofase de 14h.

Aplicação dos extratos: Em todos os bioensaios as folhas foram oferecidas diariamente, estas eram retiradas da parte superior da planta (cartucho do milho), por ser a porção onde as lagartas habitualmente se alimentam quando de infestações naturais de campo. As folhas foram cortadas, com auxílio de tesoura, em pedaços menores, de forma a serem acondicionadas nas placas de acrílicos, e em quantidade suficiente para alimentação das lagartas (FIGURA 12).

Após 24, 48 e 72h após aplicação dos tratamentos, o número de larvas mortas foi registrado sendo consideradas mortas aquelas que não apresentavam movimento ou não respondiam aos estímulos com a pipeta de Pasteur.

A limpeza das placas era realizada diariamente no momento da troca das folhas, quando as fezes e restos do alimento do dia eram removidos.

2.2.5 Determinação das concentrações adequadas do extrato etanólico a serem utilizadas nos experimentos

Com o objetivo de estabelecer as concentrações de extratos mais adequadas para os estudos com *S. frugiperda* foram realizados bioensaios utilizando resíduo líquido de sisal concentrado e extrato hidroalcoólico, estes escolhidos devido ao alto rendimento e de fácil obtenção.

O preparo dos extratos foi realizado pela diluição do extrato hidroetanólico e do resíduo líquido concentrado em 100 ml de água destilada, e agitação para homogeneização da amostra. Os extratos prontos foram utilizados em um período não superior a 24h após o preparo, sendo preparado sempre para a realização dos testes. Foram utilizados seis tratamentos, nas dosagens de 1,5g, 2,5g, e 5g do extrato etanólico e 5g de resíduo líquido concentrado, testemunha (água) e controle positivo (Decis[®] 25 EC).

Foram realizados dois bioensaios, no primeiro foram utilizadas folhas de milho, cortadas em pedaços de aproximadamente 6 cm² de área que foram imersas em solução contendo os extratos por aproximadamente quatro segundos e transferidas para placas de acrílico (6,5 cm x 2 cm), onde foi colocado apenas uma lagarta. As folhas eram substituídas diariamente por novas folhas tratadas. Como testemunha, foram utilizadas folhas de milho tratadas com água destilada e como controle positivo foram utilizadas folhas de milho tratadas com inseticida químico Decis[®], na dosagem comercial de 40 mL/100 mL de água, recomendada para a cultura do milho.



Figura 12: Folhas imersas em um dos tratamentos (A), folhas tratadas (B), lagartas alimentadas com folhas tratadas (C).

No segundo bioensaio foi realizado teste de contato, utilizando as mesmas diluições, em larvas recém-eclodidas receberam aplicações tópicas dos extratos, utilizando uma microsseringa. Foi aplicado, aproximadamente, 0,1 µl de extrato por todo corpo da lagarta, sendo que no tratamento testemunha, estas receberam 0,1 µl de água destilada e no tratamento controle positivo as lagartas receberam 0,1 µl do inseticida químico.

As lagartas utilizadas nos testes permaneceram por 24h em dieta artificial após a eclosão, visando reduzir a morte das mesmas por manipulação e desidratação durante a instalação dos bioensaios.

Para cada tratamento, foram utilizadas 50 lagartas, distribuídas em cinco repetições de 10 lagartas cada, em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No processamento dos dados foi utilizado o “software” ASSISTAT (Sistema para Análise Estatística) – versão 2.0, desenvolvido pelo Pólo Computacional/Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Jaboticabal.

2.2.6 Avaliação da atividade inseticida dos extratos orgânicos de *A. sisalana* sobre *S. frugiperda*

Foram utilizados três extratos orgânicos (Hidroetanólico, Acetato de etila e Butanol) e um aquoso, com objetivo de selecionar, dentre os mesmos, o de maior atividade sobre *S. frugiperda*. Para o preparo destes extratos 10g de cada extrato foram adicionados a 100 ml de água destilada, exceto o extrato butanólico que foi preparado com 1,5g devido ao rendimento muito baixo deste extrato. Todos os extratos foram testados em relação ao tratamento testemunha com água, e um controle positivo (Inseticida químico da classe piretróide (Decis[®] 25 CE). Os extratos prontos foram utilizados em um período de até 24h após o preparo, sendo preparados em cada aplicação dos tratamentos.

Para o desenvolvimento desses bioensaios, as folhas de milho, livre de pesticidas, foram coletadas no telado da Unidade Experimental, em Feira de Santana, e levadas para o LAEX.

No laboratório, as folhas foram mergulhadas em água clorada (solução aquosa contendo hipoclorito de sódio a 1%) por aproximadamente cinco segundos, posteriormente lavadas com água destilada e depositadas, sobre papel toalha, para eliminação da solução desinfetante,

conforme metodologia proposta por Alécio (2007). Em seguida, utilizando-se pulverizadores manuais com capacidade para 500 mL, ajustados para liberação uniforme conforme o produto, quatro folhas utilizadas para cada tratamento foram pulverizadas a uma distância de 35 cm, distribuídos nas duas faces das folhas. No tratamento testemunha, as folhas foram pulverizadas com água destilada e no tratamento controle positivo, as folhas foram tratadas com o inseticida químico.

Posteriormente, cada folha foi transferida para uma placa de placas de acrílico (6,5 cm x 2 cm) e infestada com uma lagarta recém-eclodida. Para evitar o ressecamento das folhas, as placas foram revestidas com plástico semipermeável.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, Extrato hidroetanólico (10g), Extrato de acetato de etila (10g), extrato butanólico (1,5g), extrato aquoso (10g), Testemunha (água) e controle positivo (Decis[®] 25 CE). Para cada tratamento, foram utilizadas 50 lagartas, distribuídas em cinco repetições de 10 lagartas. Cada placa constituiu uma parcela experimental e todos os bioensaios foram repetidos por três vezes. A mortalidade e o peso das larvas foi avaliada a cada 24 horas, durante três dias consecutivos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 1% ou 5% de probabilidade. No processamento dos dados foi utilizado o “software” ASSISTAT (Sistema para Análise Estatística) – versão 2.0, desenvolvido pelo Pólo Computacional/Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Jaboticabal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação das concentrações adequadas do extrato etanólico a serem utilizadas nos experimentos

1° Bioensaio

Os resultados de mortalidade de lagartas recém eclodidas ocasionados por extratos de *A. sisalana* evidenciaram que houve diferenças significativas na porcentagem de mortalidade entre os tratamentos nos três períodos de avaliação (Tabela 1). Após 24 horas de exposição ocorreu

mortalidade apenas no tratamento controle positivo (inseticida químico Decis®) e no tratamento com extrato Hidroetanólico a 5% diferindo estatisticamente dos outros tratamentos.

Tabela 1: Mortalidade (%) de larvas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquoso e Hidroetanólico obtidos a partir do resíduo líquido de *Agave sisalana* (Temp.: 25 ± 1 °C e fotofase de 14h)

TRATAMENTO	MORTALIDADE (%)		
	24h	48h	72h
Controle (água)	0b	0c	10e
Controle positivo	64a	84a	100,0a
Extrato HE 1,25%	0b	8bc	28d
Extrato HE 2,5 %	2b	2c	40c
Extrato HE 5,0%	0b	14b	64b
Resíduo líquido concentrado 5,0%	0b	0c	14e
Média Geral (%)	11	18	43
C.V.	26,24	27,78	8,56
DMS =	0,5642	0,9772	0,7136

Medias seguidas de mesma letras na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
HE: Extrato Hidroetanólico

De acordo com Souza e Vendramim (2000), a fase larval é a mais afetada pelos extratos botânicos e devido à grande sensibilidade dos instares iniciais, é provável que numa seleção de plantas inseticidas seja mais fácil a identificação de plantas promissoras por meio de testes sobre o primeiro e segundo instares, conforme observado nos bioensaios.

As maiores mortalidades larvais foram constatadas nas concentrações de 2,5% e 5% (40 e 64%) após 72 de exposição, diferindo do tratamento testemunha e controle positivo. Entre o resíduo líquido concentrado e o tratamento controle (água) não ocorreu diferença significativa.

De acordo com Gallo et al. (2002), o objetivo principal do uso de extratos vegetais é reduzir o crescimento da população de pragas. Segundo os autores, a mortalidade do inseto é apenas um dos efeitos e que, geralmente, necessita de concentrações muito elevadas.

A toxicidade ao extrato hidroetanólico às lagartas aumentou com o tempo de observação, sendo que após 72 horas de exposição das lagartas alimentadas com folhas tratadas com extrato hidroetanólico foi observada a maior mortalidade (64%). Com o aumento na concentração do extrato registrou-se aumento na mortalidade das lagartas.

Produtos inseticidas de origem vegetal possuem efeito após a ingestão, inibindo algumas das funções vitais, tais como reprodução, alimentação, crescimento e sobrevivência, sempre na dependência da concentração utilizada antes de provocar mortalidade (RODRÍGUEZ, VENDRAMIM, 1996; ROEL, VENDRAMIM, 1999).

Assim, enquanto que com o controle positivo (inseticida químico) a mortalidade já era de 64% no 1º dia, na maior concentração do extrato hidroetanólico a mortalidade era nesse mesmo dia, de 64%. A mortalidade de 100% atingida ao 3º dia do inseticida químico não foi alcançada pelo extrato hidroetanólico mesmo em sua maior concentração.

2º Bioensaio

O efeito mais acentuado foi verificado quando se utilizou o extrato hidroetanólico na concentração de 5%, cuja mortalidade chegou a cerca de 28%. Para valores observados nos tratamentos Extrato HE a 1,25% e o controle não houve diferença significativa nos períodos de 24 e 72 horas (Tabela 2). Nesse experimento, ficou demonstrado que o extrato hidroetanólico de *A.sisalana* apresenta ação de contato sobre lagartas de *S. frugiperda*, porém expressa uma baixa taxa de mortalidade.

Para nenhum dos tratamentos com o extrato hidroetanólico e o resíduo líquido concentrado, a mortalidade atingiu o valor obtido com o controle positivo (Inseticida químico), no qual ao 3º dia de avaliação nenhuma lagarta sobreviveu. Isto se deve ao fato de que no inseticida químico a substância ativa já se encontra isolada e em maior concentração.

Tabela 2. Mortalidade de larvas de *Spodoptera frugiperda* pulverizadas com extratos aquoso e hidroetanólico obtidos a partir do resíduo líquido de *Agave sisalana* (Temp.: 25 ± 1 °C e fotofase de 14h)

TRATAMENTO	MORTALIDADE (%)		
	24h	48h	72h
Controle (água)	0c	2b	10d
Controle positivo	50a	70a	100a
Extrato HE 1,25%	0c	4c	10d
Extrato HE 2,5 %	0c	6c	22bc
Extrato HE 5,0%	8b	20b	28b
Resíduo líquido concentrado 5,0%	0c	4c	16cd
Média Geral (%)	9,7	18	31
C.V.	18,89	24,24	11,02
DMS =	0,3568	0,8368	0,6675

Medias seguidas de mesma letras na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

HE- Extrato Hidroetanólico

As substâncias que atuam por contato, que caracteriza o modo de ação de um inseticida que age e é absorvido pela pele (tegumento) do inseto, como a nicotina, rotenona e piretrina, afetam o sistema nervoso central, que é acessível para essas substâncias em toda a superfície do corpo do inseto ou pelas vias respiratórias, causando rapidamente a morte do mesmo. As substâncias repelentes com as do alho atuam somente por contato, mas agem por contato com os quimiorreceptores do inseto e não por contato com a cutícula ou os neurônios (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Avaliação da atividade inseticida dos extratos orgânicos de *A. sisalana* sobre *S. frugiperda*

Os resultados evidenciam que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo observado no 1º dia da aplicação uma maior porcentagem de mortalidade no tratamento com o extrato butanólico (43,78%), diferindo dos tratamentos com extrato etanólico e do controle (água) e do controle positivo (Inseticida químico) conforme mostra tabela 3.

Tabela 3: Porcentagens médias da mortalidade acumulada de larvas de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos de Agave sisalana (EtOH-extrato hidroetanólico, BuOH-extrato butanólico, AcEt-extrato de acetato de etila, Aqo- extrato aquoso, Tc- controle, Tbp- branco positivo). Temperatura 25±1 °C, UR±10%, fotofase 14h.

Tratamentos	Nº de larvas	Mortalidade diária acumulada (%) ¹		
		Dias após tratamentos		
		1	2	3
Extrato EtOH 10%	50	8,44 bc	45,11 c	79,11 ab
Extrato AcEt 10%	50	24,89 ab	49,99 bc	61,99 b
Extrato AQ 10%	50	16,67 abc	45,99 bc	57,99 b
Extrato BuOH 1,5%	50	43,78 a	78,66 ab	84,66 ab
Controle	50	0 c	0 d	0 c
Controle positivo	50	10 bc	95,33 a	100 a
C.V. (%)		59,77	23,48	21,41

¹ Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos com os extratos obtidos de *A. sisalana* apresentaram eficiência de controle que embora inferiores ao do inseticida padrão mostraram atividade inseticida ao diferirem significativamente do tratamento testemunha.

Os extratos butanólico (BuOH) e etanólico (EtOH) provocaram níveis elevados de mortalidade de *Spodoptera frugiperda*, 84,66 e 79,11, respectivamente, após o 3º dia da aplicação do produto, enquanto no tratamento-controle (folhas tratadas com água destilada) não foram observadas lagartas mortas. A presença de saponinas verificada por Barreto (2003) no resíduo líquido de *A. sisalana* compostos de defesa contra herbívoros (como as saponinas) e insetos (como os limonóides),

As saponinas, também chamadas de saponosídeos e glicosídeos saponínicos, recebem este nome, pois quando dissolvidas em soluções coloidais e agitadas formam espuma abundante, assemelhando-se ao sabão. A formação desta espuma ocorre devido a sua estrutura química, onde açúcares solúveis estão ligados a esteróides lipofílicos ou triterpênicos. São derivadas de

triterpenóides tetracíclicos, possuem sabor amargo e acre (ROBBERS et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2003).

Durante as observações verificou-se uma diminuição nos movimentos realizados pelas lagartas quando tratadas com extratos de *Agave sisalana*, semelhantemente às larvas alimentadas com folhas tratadas com o inseticida químico. Na figura 2, pode-se verificar que os extratos hidroetanólico (EtOH) e butanólico (BuOH) foram os extratos que obtiveram mortalidade próximas do inseticida químico.

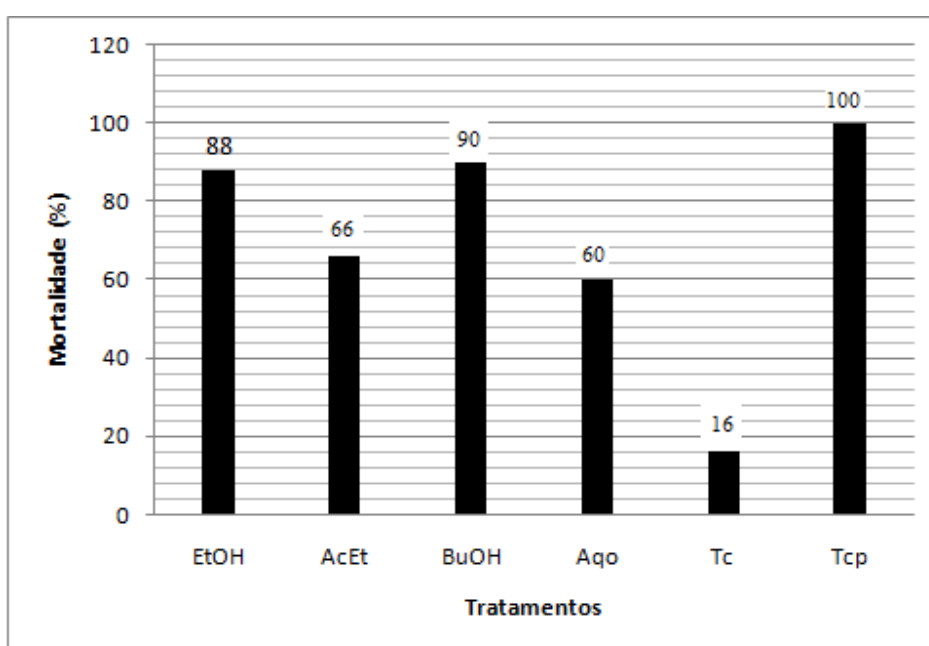


Figura 13: Mortalidade de *S. frugiperda* após 72h de aplicação dos extratos orgânicos de *A. sisalana*. EtOH- extrato Hidroetanólico, BuOH- Extrato Butanólico, AcEt- Extrato de acetato de etila, Aqo- Extrato aquoso, Tc - Controle, TcP – Branco positivo (T. 25 °C, Fotofase 14h)

As substâncias que atuam por ingestão, que caracteriza o modo de ação de um inseticida que age e penetra no organismo por via oral, como a capsina (da pimenta), quássia (*Quassia amara*), azadiractina (nim) e fenilalanina (mucuna), afetam o sistema de digestão, o sistema de biosíntese dos hormônios da ecdise ou a formação da camada de quitina da cutícula do inseto. Esta forma de atuar é mais específica porque está restringida a insetos herbívoros e não apresenta

toxicidade aos seres humanos ou é mínima, em geral devido a outras substâncias da mesma planta na mistura ou aos ingredientes da formulação. As substâncias antialimentares atuam somente por ingestão. Por exemplo, a salanina, presente nos extratos de nim, provoca uma redução dos movimentos das paredes do intestino e, por consequência, causa uma pronunciada perda de apetite, o que pode finalmente resultar na morte do inseto por inanição (AGUIAR-MENEZES, 2005).

O inseticida deltametrina está entre os produtos freqüentemente utilizados por produtores para controlar a lagarta-do-cartucho no milho, e foi testado para controle de pragas do milho via quimigação (VIANA & COSTA, 1998). Esse inseticida piretróide tem efeito por contato, ingestão e repelência; apresenta amplo espectro de ação contra insetos e ácaros, é tóxico para abelhas e insetos aquáticos e, em geral, mostra toxicidade moderada aos inimigos naturais (WATTERSON, 1988; CROFT, 1990).

Os bioensaios demonstraram a atividade inseticida dos extrato obtidos a partir do resíduo líquido de *A.sisalana* para *S. frugiperda*, causando mortalidade pelo teste de ingestão e pelo teste de aplicação tópica, sendo também observados sintomas de neurotoxicidade, como agitação após a ingestão de folhas de milho tratadas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E.L. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédia: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.(Embrapa Agrobiologia. **Documentos**, 205)

ALÉCIO, M.R. **Toxicidade do extrato de *Derris amazônica* Killip a adultos de *Ceretoma arcuatus* Olivier, 1971 (Coleoptera: Chysomelidae)**. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Agricultura do trópico Húmido)- Universidade federal do Amazonas. Manaus-AM.

AZEVEDO, D.M.P.; NÓBREGA, L.B.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E.M. Manejo Cultural. In AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F.; **O agronegócio da manona no Brasil**.Embrapa Algodão. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2001. p. 121-160.

BARRETO, A. F. **Efeitos do emprego de sucos de agave no tratamento de sementes, controle do ácaro rajado [*Tetranychus urticae* (Koch, 1836)] e fitotóxicidade em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch).** 2003. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

CROFT, B. A. Management of pesticide resistance in arthropod pests. In: GREEN, M. B., MOBERG, W. K.; LEBARON, H. (eds.), **Managing resistance to agrochemicals: fundamental and practical approaches to combating resistance.** American Chemical Society, Washington, DC, 1990, p. 149-168.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOLÇALVES JUNIOR. **Avaliação de extratos de Agave no controle de galhas radiculares do tomateiro.** 2002. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. COSTA, F. B. **Plantas tóxicas: conhecimento e prevenção de acidentes.** Editora Holos. Ribeirão Preto – SP, 64p. 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.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V.; SANTOS, C. E. O aproveitamento do resíduo da indústria do Sisal no controle de larvas de mosquito. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 31, p. 23-29, jan- fev. 1999.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996.

285p.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIN, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, [S.l.], n. 42, p. 14-22, 1996.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 581-586, 1999.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agricola** v.57, p. 403-406, 2000.

VALICENTE, F.H. Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Bacillus thuringiensis*. Circular técnica, Embrapa Sete Lagoas, 9p, 2008.

VIANA, P.A; F. COSTA. Controle da lagarta-docartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 27, p. 451-458, 1998.

WATTERSON, A. **Pesticide user's health and safety handbook: an international guide**. Aldershot: Grower Technical, 1988, 504p.

CAPÍTULO 3

AÇÃO DO EXTRATO HIDROETANÓLICO DE *Agave sisalana* NO CONTROLE DA LAGARTA-DO-CARTUCHO *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM MILHO

INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais do mundo, pois representa a base da alimentação humana e animal. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, cuja produção de grãos para a safra 2008/2009 está estimada em 52,3 milhões de toneladas (CONAB, 2009). Seu cultivo é realizado tanto em pequenas quanto em grandes propriedades, em caráter de subsistência ou como insumo para produção de uma centena de produtos (SILOTO, 2002). Porém, o rendimento da cultura é baixo pelo fato de diversos fatores, entre eles, ao ataque de praga desfolhadoras das plantas.

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a mais importante praga dessa cultura (CRUZ, MONTEIRO, 2004), é uma espécie polífaga, que pode ocorrer também no algodão, amendoim, arroz, trigo, soja, hortaliças, e cana-de-açúcar, sendo assim de ampla distribuição no Brasil (GALLO et al, 2002)

Os prejuízos não estão relacionados à ausência de tratamento fitossanitário, pois o número de aplicações tem aumentado ao longo dos anos e, em algumas regiões, é comum a utilização de mais de cinco aplicações de inseticidas durante a safra (CRUZ et al., 2004). Além de nem sempre serem eficientes, acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos naturais, intoxicação de aplicadores, aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas, entre outros efeitos diretos e indiretos (ROEL et al, 2000).

A busca de outros métodos de controle inclui a utilização de produtos naturais que sejam menos agressivos ao ambiente, dentre os quais pode ser citada a utilização de inseticidas de origem vegetal.

Diante do ataque da *S. frugiperda*, que causa severos danos a cultura, objetivou-se, com este trabalho, verificar a eficiência do extrato hidroetanólico de *Agave sisalana* na redução destas perdas por meio de algum tipo de controle sobre o inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), em Feira de Santana, BA.

O resíduo líquido de *Agave sisalana* foi adquirido junto aos produtores da região sisaleira da Bahia - município de Valente, em colaboração com a APAEB (Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira). A obtenção do resíduo líquido foi através do desfibramento das folhas de *A. sisalana*, onde a mucilagem resultante foi extraída por meio de uma peneira, sendo a fração líquida acondicionada em recipiente plástico, devidamente embalado com capacidade para 5L e posteriormente transportado para o laboratório de Extração de Produtos Naturais, localizado na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS.

As sementes de milho do genótipo BR116 foram adquiridas em casas comerciais de produtos agropecuários do município de Feira de Santana-BA. A semeadura foi realizada em sacos plásticos, com capacidade para 5L de substrato, preenchidos com terra vegetal e areia (1:1), sendo colocadas três sementes por saco com profundidade de 1,5cm, estes foram mantidos telados com 70% de luminosidade da área experimental do Horto Florestal. Após 10 dias foi realizado o desbaste das plantas, deixando apenas uma por saco. A rega das plantas foi realizada diariamente e não foram utilizados inseticidas ou herbicidas no controle das plantas invasoras, sendo o controle destas feito por meio de capina manual quando necessário.

Lagartas, recém-eclodidas e com dez dias de idade foram fornecidas pela empresa que comercializa agentes biológicos, a BUG agente biológicos, sendo mantida em dieta artificial de Burton e Perkins (1972) por 24 horas, em câmara climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, e fotofase de 14h).

Quando as plantas atingiram o estágio de seis a oito folhas, foi realizada a infestação artificial utilizando, para tanto, pincéis com 10 lagartas recém-eclodidas por planta. Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador manual de pressão de 5L, sendo pulverizado cerca de 100ml por planta.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso sendo 7 tratamentos e 5 repetições por tratamento, cada parcela era constituída de 10 plantas. Foi utilizado o esquema fatorial 7 x 3, sendo sete tratamentos (Extrato hidroetanólico 5g/100 mL, Extrato hidroetanólico 10g/100 mL, Extrato hidroetanólico 15g/100 mL, um inseticida vegetal composto à base de nim (Nim-Imigo®) na concentração recomendada pelo fabricante de 1%, Resíduo líquido *in natura*, Inseticida químico (Decis ®) e Controle (plantas pulverizadas com água destilada), sendo realizadas três aplicações em três períodos distintos. As avaliações ocorreram 24 horas após as aplicações.

Os produtos foram aplicados ao entardecer, com o objetivo não só de evitar deriva dos produtos como de resguardá-lo dos raios solares. Segundo Schmutterer (1992), os produtos naturais, possuem limitada persistência no ambiente, sendo que a temperatura, umidade, luz ultravioleta, pH, parte da planta tratada, chuva e outros exercem efeito negativo nas suas atividades.

Para avaliar os danos e injurias provocados por *Spodoptera frugiperda* foram atribuídos notas de 0 a 5 sendo, 0 planta sem dano; 1 planta com folhas raspadas, 2 planta com lesões nas folhas e no cartucho, 4 planta com o cartucho destruído, 5 planta com muitas folhas e cartucho totalmente destruído. Os dados foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$ e submetidos a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No processamento dos dados foi utilizado o “software” ASSISTAT (Sistema para Análise Estatística) – versão 2.0, desenvolvido pelo Pólo Computacional/Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Jaboticabal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 é apresentado o quadro com os resumos da análise de variância dos dados de danos da lagarta *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho por meio de atribuição visual de notas. Observa-se que houve diferenças significativas dentro dos tratamentos, mas diferentes épocas de aplicações. Constatando a interação entre o fator aplicações e tratamentos, indicando haver uma dependência entre os efeitos dos fatores: tratamentos e épocas de aplicações. O

coeficiente de variação experimental foi considerado baixo (6.8034%) o que indica boa precisão experimental.

Tabela 4: Resumos das análise de variância e coeficiente de variação dos dados de danos causados por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho (*Zea mays*) utilizando a escala de notas (1 a 5).

C.V.	G.L.	S.Q	Q. M.	F
Tratamentos	6	7,0840	1.1807	133.4956 **
Aplicações	2	0,2083	0,1042	11,7771 **
Tratamentos				
X	12	0,5458	0,0455	5,1427 **
Aplicações				
(Tratamentos)	20	7,8381	0,3919	
Blocos	4	0,1235	0,0309	
Resíduo	80	0,7075	0,0088	
CV (%)			6.8034	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 5 encontra-se a média geral para os sete tratamentos utilizados dentro das aplicações. Nota-se que na média geral os tratamentos 3 (EtOH 8g/100mL), 2 (EtOH 8g/100mL) e o tratamento 7 (Inseticida químico) foram o que obtiveram as menores notas de danos. Entretanto o inseticida químico obteve a maior redução entre a primeira e terceira aplicação. Estes por sua vez, não diferiram significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente a esse grupo, são seguidos do tratamento 1 EtOH 5g/100mL, o Neem e o resíduo líquido de *Agave sisalana*, estes não diferem significamente.

Tabela 5: Desdobramentos dos efeitos dos Tratamentos dentro das épocas de aplicação.

TRATAMENTOS	Avaliações			Média Geral
	1 ^a .	2 ^a .	3 ^a .	
Trat.1 - EtOH 5g/100mL	1,62 b	1,40 b	1,14 c	1,39 b
Trat.2 - EtOH 8g/100mL	1,08 c	0,78 c	0,78 cde	0,88 c
Trat.3 - EtOH 10g/100mL	1,12 c	0,74 c	0,70 de	0,85 c
Trat.4 – Neem	1,82 b	1,42 b	1,12 cd	1,45 b
Trat.5 – Resíduo líquido	1,46 bc	1,70 b	1,74 b	1,63 b
Trat.6 – Controle	2,92 a	3,44 a	3,66 a	3,34 a
Trat.7 – Inseticida Químico	1,32 bc	0,80 c	0,60 e	0,91 c

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 encontra-se o desdobramentos da interação época de aplicação dentro dos tratamentos. Observa-se que as plantas de milho tratadas com extrato hidroetanólico (EtOH) a 8g/100mL e o Resíduo líquido de *Agave* não reduziram significativamente os danos causados por *S. frugiperda* nas três aplicações aos quais foram submetidos. Os tratamentos Inseticida Químico e EtOH 8g/100mL reduziram os danos na primeira e segunda avaliação mas não foram significativas entre a segunda e terceira avaliação, e o Neem e o extrato EtOH 5g/100mL diminuíram significativamente os danos entre a primeira e ultima aplicação. No tratamento controle as plantas de milhos não tratadas ocorreram um aumento significativo dos danos entre a primeira e terceira avaliação.

Tabela 6: Desdobramentos da interação das épocas de aplicação dentro dos Tratamentos.

TRATAMENTOS	Avaliações		
	1ª.	2ª.	3ª.
Trat.1 - EtOH 5g/100mL	1,62 a	1,40 ab	1,14 b
Trat.2 - EtOH 8g/100mL	1,08 a	0,78 a	0,78 a
Trat.3 - EtOH 10g/100mL	1,12 a	0,74 b	0,70 b
Trat.4 – Neem	1,82 a	1,42 ab	1,12 b
Trat.5 – Resíduo líquido de Agave	1,46 a	1,70 a	1,74 a
Trat.6 – Controle	2,92 a	3,44 ab	3,66 b
Trat.7 – Inseticida Químico	1,32 a	0,80 b	0,60 b

Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

BURTON, R.L.; PERKINS, W.D. WSB, A new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, v.65, n.2, p.385-386, 1972.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos – quarto levantamento, Janeiro/2009. Brasília: CONAB, 2009

CRUZ, I.; MONTEIRO, M.A.R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 4p. (Comunicado Técnico).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.;

MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.;FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia** 59 (1): 53-58, 2000.

SCHUMUTTERER, H. Higher plants as sources of novelpesticides. In: **Insecticides: mecanism of action and resistance**. Andover: Intercept, 1992. p. 3-15.

SILOTO, R.C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. 2002. 93p. Dissertação (Mestrado, Entomologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba,2002.

CÁPITULO 4

AVALIAÇÃO DO EFEITO FITOTOXICO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE *Agave sisalana* EM MILHO CULTIVADO EM CAMPO

INTRODUÇÃO

Os inseticidas botânicos são produtos derivados dessas plantas, ou parte delas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou solventes orgânicos (WIESBROOK, 2004).

Muitos inseticidas botânicos não são fitotóxicos nas dosagens recomendadas. Todavia, os inseticidas saponáceos, sulfurosos e sulfato de nicotina podem ser tóxicos a alguns vegetais e ornamentais. Os extratos de nim podem causar fitotoxicidade em concentrações altas, embora dependa da espécie de planta sobre a qual o extrato foi aplicado, sua idade e fase de desenvolvimento CITAÇÃO.

Algumas vantagens do uso de extratos vegetais, como a menor probabilidade de desenvolvimento de resistência pelos insetos, compatibilidade com outros métodos de controle e menor toxicidade a mamíferos, são apontadas por Gallo et al. (2002). Porém, os estudos feitos até o momento, apesar dos resultados promissores, apontam para uma série de limitações ao uso de extratos vegetais em programas de controle de pragas agrícolas. Por isso, certamente, muitos outros estudos ainda devem ser desenvolvidos tanto em laboratório quanto em campo.

Entre as limitações ao uso de extratos vegetais no campo, podem ser apontadas a falta de dados, principalmente no Brasil, relacionados à fitotoxicidade, à persistência e aos efeitos sobre organismos benéficos. Além disso, o isolamento de princípios ativos e a concentração em diferentes partes vegetais, também devem ser mais pesquisados. Devem ser avaliados ainda a disponibilidade de matéria-prima, a seleção de solventes, bem como técnicas de conservação e aplicação dos produtos.

As informações disponíveis sobre a caracterização, o modo de ação, a toxicologia e os efeitos no ecossistema, para a maioria dos inseticidas botânicos, são ainda escassas, embora a

maioria seja utilizada a mais de uma década, diante disso os produtos naturais, provenientes de plantas, podem ser uma alternativa ao manejo da *S. frugiperda*. como inseticidas naturais (GUERRA, 1985; BOGORNI, VENDRAMIM, 2003)

Como tem acontecido com as culturas agrícolas de importância no contexto social e no agronegócio, no milho verifica-se um amplo emprego de agrotóxicos. Instituições e pesquisadores, porém, considerando os problemas decorrentes do uso exagerado ou irracional de agrotóxicos, vem testando produtos naturais para que o emprego dos mesmos se constitua uma alternativa de controle fitossanitário.

Alguns produtos vegetais, empregados na forma de pó, extratos e óleos essenciais, mostraram-se eficientes (FELISMINO, 1998; SOUSA 2000; GONÇALVES JUNIOR, 2002). Utilizando plantas do gênero *Agave* foram constatadas ações biocidas com aplicação de sucos ou extratos com relação ao carrapato bovino (PIZARRO, 1998), larvas dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* (PIZARRO, et al. 1999) e no controle do nematóide de galhas do tomateiro (GONÇALVES JÚNIOR, 2002). Entende-se então, a possibilidade de se empregar no controle fitossanitário, o suco obtido de *Agave sisalana*, planta cultivada no Nordeste, predominantemente no semi árido, dentro ou próximo de áreas de cultivo do milho. No entanto, leva-se em consideração o fato de que os produtos utilizados no controle fitossanitário são benéficos a cultura quanto ao controle de pragas e patógenos, porém podem apresentar efeito fitotóxicos, até mesmo aqueles originados de plantas (CARVALHO et al., 2002; DEZOTTI, et al., 2002; PISTORI et al., 2002).

Em função do exposto, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de avaliar os sintomas de fitotoxicidade do extrato hidroetanólico de *A. sisalana* em diferentes concentrações em *Z. mays*, utilizando uma escala de notas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana. Para a avaliação de fitotoxicidade dos extratos de *Agave sisalana* o delineamento experimental foi em Blocos casualizados com 8 tratamentos (Extrato EtOH 2,5g/100mL, Extrato EtOH 5g/100mL, extrato EtOH 10g/100 mL, extrato EtOH 15g/100 mL,

Controle (água), Neem (produto Nim-I-GO®), Inseticida químico (Decis®), Resíduo líquido *in natura*) e 5 repetições, sendo a parcela constituída de 5 plantas. Foi utilizado o esquema fatorial 8 x 3 sendo o fator A constituída pelos tratamentos e o fator B pelas aplicações.

As soluções do extrato Hidroetanólico (EtOH) foram obtidas pela adição dos extratos à água destilada, nas proporções acima citadas . O tratamento com o Neem foi preparado conforme indicação do fabricante, bem como o inseticida químico, sendo utilizado na concentração de campo de 700 ml/ha.

O óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) comercial, marca Nim-I-GO®, foi obtido em loja comercial de produtos agrícolas, mantido em local fresco, seco e ao abrigo de luz. Este continha os seguintes ingredientes: óleo de nim emulsionado, óleo de karanga (*Pongamia glabra*), alho, pimenta malagueta, urucum, artemísia. O inseticida vegetal à base de nim(Nim-I-migo®) foi utilizado na dosagem de 1% como sugerido pelo fabricante e por Brunherotto e Vendramim (2001).

Os produtos foram aplicados ao entardecer, com o objetivo não só de evitar deriva dos produtos como de resguardá-lo dos raios solares. Como são conhecidos, estes e outros produtos naturais, possuem limitada persistência no ambiente, sendo que a temperatura, umidade, luz ultravioleta, pH, parte da planta tratada, chuva e outros exercem efeito negativo nas suas atividades (SCHMUTTERER, 1992).

Aos 30 dias após a semeadura foi feita a primeira aplicação dos tratamentos através de um pulverizador manual de pressão. Foram realizadas mais duas aplicações aos 43 e 50 dias após a semeadura.

As avaliações foram feitas 24 horas após as aplicações atribuindo-se notas de acordo com a intensidade dos sintomas, conforme a escala proposta pelo Comitê de Métodos do Conselho Europeu de Pesquisa sobre Plantas Daninhas (EWRC, 1964): 1 = Nulo; 2 = Muito leve; 3 = leve; 4 = Baixa; 5 = Média; 6 = Quase forte; 7 = Forte; 8 = Muito Forte; 9 = Total (Destruição completa). Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que, em todas as aplicações, plantas tratadas com diferentes concentrações de extrato hidroetanólico apresentaram sintomas de fitotoxicidade, porém em intensidades diferentes.



Figura 14: Folhas de milho com sintomas de fitotoxicidade causada por diferentes dosagens do extrato hidroetanólico, 2,5g (A), 5g (B), 10g (C) e 15 (D).

A queima das folhas se deve provavelmente proporções das substâncias encontradas na planta: taninos, alcalóides, saponinas e cumarinas. Estes resultados corroboram com Barreto (2003), o qual observou também a queima de folhas de algodão quando tratadas com suco (resíduo líquido) de *A. sisalana*.

A presença de saponinas no resíduo líquido de sisal indica a toxicidade observada nos tratamentos, principalmente, o extrato hidroetanólico a 15g/100mL, uma vez que quanto maior a dose de extrato utilizada maior a quantidade de substâncias (saponinas) neste extrato. Segundo Aguiar-Menezes (2005), muitos inseticidas botânicos não apresentam fitotoxicidade para plantas nas dosagens recomendadas. Todavia, os inseticidas saponáceos, sulfurosos e sulfato de nicotina podem ser tóxicos a alguns vegetais e ornamentais.

Na Tabela 1 é apresentado o quadro com os resumos da análise de variância dos dados de fitotoxicidade, utilizando a escala de EWRC (1 a 9). Observa-se que há diferenças significativas dentro dos tratamentos e dentro das diferentes épocas de aplicações. Entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos e as aplicações o que não constatou interação entre o fator aplicações e tratamentos, indicando não haver uma dependência entre os efeitos dos fatores: tratamentos e aplicações. O coeficiente de variação experimental foi considerado baixo o que indica boa precisão experimental na realização do experimento.

Tabela 7: Resumos da análise de variância e coeficiente de variação dos dados de fitotoxicidade, utilizando a escala de notas (1 a 9) da EWRC (1964) em plantas de milho (*Zea mays*).

C.V.	G.L.	S.Q	Q. M.	F
Tratamentos	7	12.6512	1.8073	126.7543 **
Aplicações	2	0.1590	0.0795	5.5752 **
Tratamentos				
X	14	0.2571	0.0184	1.2881 ^{NS}
Aplicações				
(Tratamentos)	23	13.0673	0.5681	
Blocos	4	0.0583	0.0146	
Resíduo	92	1.3118	0.0143	
CV (%)			7.4429	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

As plantas tratadas com resíduo líquido *in natura* apresentaram, nas folhas novas, desde uma coloração escura nas bordas até uma clorose nas bordas (FIGURA 14). Negreiros et al. (2001), em experimentos utilizando os suco fresco e curtido (Trinta dias armazenado sob abrigo de luz) de *A.sisalana* observou que o suco curtido provocou maior efeito fitotóxico em plantas, classificado como médio efeito fitotóxico.



Figura 15: Folhas novas de milho com sintoma de fitotoxicidade causada por resíduo líquido de sisal *in natura*. Feira de Santana, BA, 2009.

Conforme mostra a figura 14, as folhas velhas apresentavam escurecimento das nervuras e um bronzeamento de diversos pontos do limbo foliar, o qual, em alguns locais de maior severidade, encontrava-se necrosado. As plantas apresentaram, ainda, uma redução no crescimento.

Aspecto semelhante nas folhas mais novas foi observado por Dequech et al. (2008) utilizando um inseticida botânico a base de pó-de-fumo para avaliação da fitotoxicidade em feijão-de-vagem.

A fitotoxicidade causada por neem manifesta-se nas plantas tratadas como folhas enrugadas, quebradiças, de cor verde pálido, geralmente menores, com pontos necróticos (AGUIAR-MENEZES, 2005), destas observações, apenas o aspecto enrugado foi observado nas plantas tratadas com Nim-I-GO®, as folhas novas apresentaram engruvinhamento, deixando-as com aspecto enrugado



Figura 16: Folhas de milho com sintomas de fitotoxicidade causada por Nim-I-GO (produto comercial à base de neem).

Este aspecto também foi observado por Dequech et al. (2008), aplicando o produto DalNeem (produto comercial à base de frutos maduros de *Azadirachta indica*) para verificação da fitotoxicidade em plantas de feijão-de-vagem.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios das notas de fitotoxicidade para cada tratamento. Verifica-se que os tratamentos 4 e 3, extrato hidroetanólico a 15g/100 mL e extrato hidroetanólico a 10g/100 mL, respectivamente, foram os que apresentaram as maiores médias e conseqüentemente maior fitotoxicidade para as plantas de milho, seguidos pelos tratamentos 6 (Neem), 2 (Extrato hidroetanólico 5g/100 mL) e 8 (Resíduo líquido de *A. sisalana*) estes não diferindo estatisticamente entre si. E por ultimo os tratamentos 7 (Inseticida químico), 1 (Extrato etanólico 2,5g/100 mL) e o controle (Tratamento 5). De acordo com a escala de intensidade utilizada os valores obtidos para o tratamento 4 e 3 foram baixo e leve, respectivamente. Já os tratamentos 6 e 2 foram considerados muito leve e os tratamentos 8, 7 e 1 próximos da nulidade. Pode-se verificar que com o aumento da concentração do extrato hidroetanólico há um significativo aumento da fitotoxicidade em plantas de milho.

Tabela 8: Médias das notas atribuídas de acordo com a intensidade dos sintomas de fitotoxicidade em milho (*Zea mays*) nos tratamentos Extrato etanólico 2,5g/100 mL, Extrato etanólico 5g/100 mL, Extrato etanólico 10g/100 mL, Extrato etanólico 15g/100 mL, Neem, Inseticida químico e Controle entre três aplicações.

TRATAMENTO	Aplicação			Média Geral
	1 ^a .	2 ^a .	3 ^a .	
Trat. 4 – Extrato etanólico 15g/100 mL	4,3800 a	5,1600 a	4,2800 a	4.6067 A
Trat. 3 – Extrato etanólico 10g/100 mL	2,9000 a	3,3000 a	3,3200 a	3.2000 B
Trat. 6 – Neem	2,1000 a	2,4600 a	2,3400 a	2.3000 C
Trat. 2 – Extrato etanólico 5g/100 mL	1,6600 a	2,1200 a	2,4800 a	2.0867 C
Trat. 8 – Resíduo líquido de <i>A. sisalana</i>	1,8000 a	1,7800 a	2,1400 a	1.9067 C
Trat.7 – Inseticida químico	1,1800 a	1,3600 a	1,3200 a	1.2867 D
Trat. 1 – Extrato etanólico 2,5g/100 mL	1,0800 a	1,1000 a	1,3200 a	1.1667 D
Trat. 5 – Controle	1,0000 a	1,0000 a	1,0000 a	1.0000 D

Médias seguida de mesma letra minúscula, na horizontal, e maiúscula na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O extrato etanólico na concentração 5 g/100 mL apresentou fitotoxicidade próxima do neem, bioinsetida com ampla utilização comercial e o extrato hidroetanólico na concentração

2,5g/100 mL constatou-se fitotoxicidade semelhante ao inseticida químico, sendo esses dois extratos indicados para serem utilizados no controle de pragas que apresentam bioatividade, pois é pouco fitotóxico para o milho podendo ser usado em sucessivas aplicações sem ocasionar efeitos tóxicos para o milho.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E.L. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.(Embrapa Agrobiologia. **Documentos**, 205)

BARRETO, A. F. **Efeitos do emprego de sucos de agave no tratamento de sementes, controle do ácaro rajado [*Tetranychus urticae* (Koch, 1836)] e fitotóxicidade em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch).** 2003. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 665-669, 2003.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D., Bioactivity of aqueous extracts of *Melia azedarach* L. no tomato Pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n. 3, p. 455-460, 2001.

CARVALHO, C. L.; ALVES, V.; DOMINGUES, F. G.; HERNANDEZ-TERRONES, M. G. Propriedades herbicidas dos extratos de sucupira-preta e sucupira-branca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Uberlândia-MG. **Livro de resumos**, Uberlândia-MG: 2002. p 4.

DEZOTTI, P. C.; HERNANDEZ - TERRONES, M. G. ,MELO, G. S.; **Potencial Herbicida do Extrato Metanólico de Sementes de Mata-Barata.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Uberlândia-MG. **Livro de resumos** Uberlândia-MG. 2002. p 3.

DEQUECH, S.T.B; RIBEIRO, L.P.; S.D. SAUSEN; EGEWARTH, R.; KRUSE, N.D. fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.15, n.1, p. 71 80. 2008.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Respost of three third and fourth Medetings of European Weed Research Council Committee on Methods. **Weed Research**, v. 4, p 88, 1964.

FELISMINO, D. C. **Eficiência relativa de produtos químicos e naturais sobre a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de feijão *Vigna unguiculata* e *Phaseolus vulgaris* acondicionadas em dois tipos de embalagem em ambiente não controlado**. 1998. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrarias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, N. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA. J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2002. p. 323-324.

GONÇALVES JÚNIOR, H.; **Avaliação de extratos de agave no controle de galhas radiculares do tomateiro**. 2002. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrarias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

GUERRA, M.S. **Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e de seus produtos**. Brasília: Embrater, 1985 . 166p.

NEGREIROS, K. V. de; SANTOS, D. P. dos; SOUSA, M. F. de; ALVES, I., SILVA, M. N. B. da. Fitotoxicidade do suco do sisal (*Agave sisalana* Perrine) em folhas de milho (*Zea mays* L.). In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,3., 2001, Campo Grande. **Livro de Resumos**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão/ UFMS/Embrapa CPAO, 2001. p.96-98

PISTORI, G. R.; DOMINGUES, F. G.; MOREIRA, M. R.; HERNANDEZ - TERRONES, **Efeito inibidor de extratos metabólicos do caule de *Acanthospermum australe* no desenvolvimento de *Panicum maximum***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Uberlândia-MG. **Anais...** Uberlândia-MG. 2002. p 5.

PIZARRO, A. P. B.; Utilização do extrato de agave *Americana Linnaeus* no controle de *Boophilus microplus*, **Veterinária Notícia**. Uberlândia-MG, v. 4, n. 1, 1998.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A M.; PARENTE, J P., MELO, M. V.; SANTOS, C.E.; dos. O aproveitamento do resíduo da indústria do Sisal no controle de larvas de mosquito. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba-MG, v. 31, p. 23-29, jan- fev. 1999.

SCHUMUTTERER, H. Higher plants as sources of novel pesticides. In: **Insecticides: mechanism of action and resistance**. Andover: Intercept, 1992. p. 3-15.

SOUZA, A. A. de, **Influencia do horário de colheita e do tratamento sobre a qualidade das sementes do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch)**. 2000. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

WIESBROOK, M.L. Natural indeed:are natural insecticides safer and better than conventional insecticides. **Illinois Pesticide Review**, Urbana, v. 17, n.3, p.1-3, 2004.

CONCLUSÃO GERAL

O resíduo líquido concentrado de *Agave sisalana* apresentou baixo índice de mortalidade sobre as larvas de *S. frugiperda* (500mg/100mL).

Folhas de milho submergidas no extrato butanólico e hidroetanólico (10g/100mL) de *Agave sisalana*, ingeridas pelas larvas de *S. frugiperda*, apresentaram significativa taxa de mortalidade (90 % e 88%, após 72 hs), prejudicando o desenvolvimento da larva. Estes fatos indicam que a obtenção do extrato hidroetanólico obtido a partir do suco de sisal apresenta uma maior eficácia quando comparado suco de sisal bruto.

As plantas de milho foram pulverizadas com os extratos de *Agave sisalana* (EtOH 8g/100mL e EtOH 10g/100mL) que mais obtiveram redução nos danos causados por *Spodoptera frugiperda*, entretanto o último obteve redução significativa dos danos após a terceira aplicação.

O extrato de EtOH 10g/100mL mostrou-se o mais eficiente para conter os danos causados por *Spodoptera frugiperda*.

Quanto à fitotoxicidade, não foi observado aumento significativo da fitotoxicidade com o aumento do número de aplicações, sendo que ao final de três aplicações considerando todos os tratamentos não foi verificada diferenças significativas na fitotoxicidade.

Os extratos hidroetanólico 2,5 e 5g/100 mL são mais indicados para um possível uso no controle de pragas no milho por apresentar baixa fitotoxicidade.

Os testes com as frações dos componentes químicos para identificação e comprovação dos princípios ativos que agem sobre o inseto podem oferecer novas oportunidades de controle efetivo e econômico de *S. frugiperda*.