UNIVERSADADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

JOSEMILDO VERÇOSA DE ARAUJO JÚNIOR

NUTRIÇÃO MINERAL DE CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE *Metarhizium anisopliae* (METSH) SOROK NO MANEJO DE *Diatraea saccharalis* (FABR., 1974) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RIO LARGO
2016

JOSEMILDO VERÇOSA DE ARAUJO JÚNIOR

NUTRIÇÃO MINERAL DE CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE *Metarhizium anisopliae* (METSH) SOROK NO MANEJO DE *Diatraea saccharalis* (FABR., 1974) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientadora: Professora Dra. Adriana Guimarães Duarte.

Rio largo - AL
2016

Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

A663n Araujo Júnior, Josemildo Verçosa de.
Nutrição mineral de cana-de-açúcar e uso de *Metarhizium anisopliae* (METSCH) Sorok no manejo de *Diatraea saccharalis* (FABR., 1974) (Lepidoptera: crambidae) / Josemildo Verçosa de Araujo Júnior. – 2016.
89 f. : il.

Orientadora: Adriana Guimarães Duarte.
Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas. Rio Largo, 2016.

Bibliografia: f. 88-89.

1. Broca da cana - Manejo integrado de pragas (MIP). 2. Nutrição mineral. 3. Indução de resistência. 4. Cana-de-açúcar - Manejo. 5. Pragas – Controle biológico. I. Título.

CDU: 632.93:633.61

Aos meus pais, Josemildo Verçosa de Araújo (in memoriam) e Maria das Graças Guimarães de Araújo
Ao meu irmão, Romário Guimarães Verçosa de Araújo
A minha esposa, Lucélia Caetano do Nascimento
Ao meu filho, Gustavo Verçosa de Araújo do Nascimento

Pela dedicação, carinho, credibilidade, compreensão e incentivo para vencer todos os obstáculos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, supremo Arquiteto do Universo por toda graça alcançada.

AProfª. Dra.Adriana Guimarães Duartepor compartilhar suas ideias, seus pensamentos, sendo uma orientadora disposta a oferecer estímulos e, principalmente, por expandir meus conhecimentos.

A meu irmão Romário Verçosa Guimarães de Araújo, por toda ajuda e incentivo.

À Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade de realização deste curso.

A todos que fazem parte da FITOAGRO - Controle Biológico, pela concessão de materiais biológicos utilizados neste trabalho.

A todos que fazem parte da Usina Coruripe, por disponibilizar as mudas utilizadas neste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo para realização do curso.

À coordenação e colegiado do curso de Pós-Graduação em Proteção de plantas, pelo apoio concedido.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias, pelos ensinamentos.

Aos funcionários da Secretaria da pós-graduação, Geraldo de Lima, Marcos Antônio Lopes e Michele Cristina pelo atendimento e carinho.

Aos que fazem parte do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, em especial aos amigosAlexandre Guimarães Duarte, Anderson Rodrigues Sabino,Valdemir Albuquerque da Silva Júnior, Rui Fernando, Emerson Ferreira.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Alagoas.

A todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram com meu crescimento pessoal. Meu muito obrigado.

RESUMO

Na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), o dano provocado pela lagarta *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é significativo por causa da penetração de microrganismos nos orifícios feitos pelas lagartas, provocando redução na produção de açúcar e álcool. Dentre as táticas de manejo integrado de pragas (MIP) está a nutrição mineral, a indução de resistência, sendo o silício uma opção que pode ser utilizada no manejo, além da utilização de fungos entomopatogênicos como alternativa para incrementar o manejo das espécies de *Diatraea* spp. Desta forma o presente trabalho objetivou verificar a influência de diferentes doses de nitrogênio, fósforo, potássio, o efeito da adubação com silício aplicados na cultura da cana-de-açúcar, sobre intensidade de infestação de *D. saccharalis* e seus danos na cultura mencionada, além de avaliar o efeito do isolado IBCB 425 do fungo *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) sobre ovos, lagartas e pupas de *D. saccharalis,* em condições de laboratório. Para isso foi utilizada a variedade RB92579 plantadas em vasos em casa de vegetação, com três experimentos, no primeiro foi avaliado diferentes doses de fertilizantes, com doses de nitrogênio, fósforo e potássio. No segundo foi aplicado silício na forma de silicato de cálcio e magnésio, nos níveis de 1, 2, 3, 4 e 5 g/dm³e verificados os danos provocados por lagartas de *D. saccharalis* na cultura cana-de-açúcar. Já no terceiro, lagartas de *D. saccharalis* foram pulverizados com 0,5 x 10^7; 1 x 10^7; 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1}de *M. anisopliae* e analisado o efeito do fungo sobre ovos e lagartas da broca. De maneira geral, para o experimento com NPK, a adubação nitrogenada aumentou a intensidade de danos provocado pelo ataque de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, não mostrando interferência significativa sobre a produtividade de colmos. Já com relação as adubações fosfatada e potássica, essas promoveram ganho na produtividade sem que a intensidade de danos fosse afetada. Com relação a aplicação de silício em condições de casa de vegetação, foi verificado a contribuição para a redução da ID%, porém sem influenciar significativamente a produtividade. Já o fungo *M. anisopliae* apresentou atividade patogênica a *D. saccharalis* nas concentrações de 1,0 x 10^7; 1,5 x 10^7e 2,0 x 10^7 conídeos g^{-1}, o que evidencia que esse fungo têm potencial para ser utilizado no Manejo Integrado de *D. saccharalis*

Palavras-chave: Broca da cana, Nutrição mineral, Indução de resistência, MIP.

ABSTRACT

In the culture of sugarcane (*Saccharum* spp.), the damage caused by the fall armyworm *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) is significant because the penetration of microorganisms in holes made by the caterpillars, causing reduction in the production of sugar and alcohol. Among the tactics of integrated pest management (IPM) is the mineral nutrition, induction of resistance, being the silicon an option that can be used in the management, in addition to the use of fungi entomopatogênicos as an alternative to increment the management of species of *Diatraea* spp. In this way the present work aimed to analyze the influence of different doses of nitrogen, phosphorus, potassium, the effect of soil fertilization with silicon applied in the culture of sugar cane, on intensity of infestation of *D. saccharalis* and its crop damage mentioned, in addition to assessing the effect of isolate IBCB 425 *Meterhizium anisopliae fungus* (Ilyich Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) on eggs, larvae and pupae of *D. saccharalis,* under laboratory conditions. For this reason it was used the variety RB92579 planted in pots in the Vegetation House, with three experiments, in the first was evaluated different doses of fertilizer, with doses of nitrogen, phosphorus and potassium. In the second was applied silicon in the form of calcium and magnesium silicate, at a dosage of 1, 2, 3, 4 e 5 g/dm³ and checked the damage caused by caterpillars of *D. saccharalis* in the culture of sugar cane. Already in the third, caterpillars of *D. saccharalis* were sprayed with 0,5 x 10^7; 1 x 10^7; 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 and 2.0 x 10^7 conidia g^{-1} *M. anisopliae* and examined the effect of the fungus on eggs and caterpillars of the drill. In general, for the experiment with NPK, the nitrogen fertilization increases the intensity of damage caused by the attack of *D. saccharalis* in the culture of sugar cane, not showing significant interference on the productivity of stalks. Already with relation fertilisation phosphate and potassium fertilization, these have promoted productivity gain without which the intensity of damage was affected. With respect to the application of silicon in conditions of the Vegetation House, was verified the contribution to the reduction of the ID%, however without significantly influence the productivity. Already the fungus *M. anisopliae* presented pathogenic activity the *D. saccharalis* in concentrations of 1.0 x 107, 1.5 x 107 and 2.0 x 107 conidia g-1, which reveals that this fungus have the potential to be used in the Integrated Management of *D. saccharalis*

Keywords: Sugarcane borer, Mineral nutrition, Induction of resistance, MIP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Adultos de *Diatraea saccharalis* (A) (esquerda: macho; direita: fêmea); Adulto de *Diatraea flavipennella* (B)..... 17

Figura 2 – Massa de ovos de *Diatraea saccharalis* em forma de escamas de peixes..... 17

Figura 3 – Lagarta de *Diatraea saccharalis* (A); Lagarta de *Diatraea flavipennella* (B). 18

Figura 4 – Vista ventral dos últimos segmentos abdominais em pupas, macho e fêmea de *Diatraea saccharalis*..... 18

Figura 5 – Ciclo biológico de *Diatraeasaccharalis* 19

Figura 6 – Ciclo biológico de *Diatraea flavipennella* 20

Figura 7 – Ciclo do nitrogênio. O nitrogênio da atmosfera varia desde a forma gasosa à de íons reduzidos, antes de ser incorporado a compostos orgânicos nos organismos vivos 24

Figura 8 – Ciclo do fósforo em um ecossistema terrestre 26

Figura 9 – Microscopia eletrônica de varredura das folhas de cultivares de cana-de-açúcar RB72454 (A e B) e SP80801842 (C e D) com (B e D) ou sem (A e C) tratamento de ácido silícico, a uma concentração de 4 $t.ha^{-1}$..... 59

Figura 10 – (A) Mudas sendo preparadas em copos de 500 mL (B) Mudas já transplantadas em vasos de 8 L em casa de vegetação..... 61

Figura 11 – (A) Infestação de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar variedade RB92579; (B) Cana-de-açúcar aberta longitudinalmente para verificação da ID(%)..... 62

Figura 12 – Teste com chance de escolha: (A) Pesagem de fragmentos de cana-de-açúcar em balança analítica; (B) Fragmentos de cana-de-açúcar dispostos equidistantes na arena..... 63

Figura 13 – Teste sem chance de escolha: (A) Lagartas de *D. saccharalis* alimentando-se de fragmento de cana-de-açúcar; (B) Arena em estufa com fotoperíodo e termoperíodo controlados..... 64

Figura 14 – (A) Recipiente com lagarta de *Diatraea*saccharalis morta por ação do fungo; (B) Lagarta de *Diatraea saccharalis* apresentando o crescimento do patógeno..... 74

Figura 15 – (A) Inoculação do fungos em masas de ovos de *Diatraeasaccharalis*; (B) Observação de massa de de ovos 24 horas após a inoculação do fungo..... 75

Figura 16 –

Sobrevivência de lagartas de *Diatraeasaccharalis* tratadas com diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium Anisopliae*. Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas. Rio Largo, AL, 2015..... 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do grau de infestação da broca-da-cana *Diatraea saccharalis*.. 21

Tabela 2 – Características químicas dos solos utilizados nos experimentos, antes da adubação com NPK..... 43

Tabela 3 – Tratamentos utilizados em experimento para avaliar os aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar cultivado sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio..... 44

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para ID % na variedade RB92579, em consequência das doses de nitrogênio, fósforo e potássio..... 46

Tabela 5 – Intensidade de danos (ID %), produção e teor de nitrogênio em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de nitrogênio..... 47

Tabela6 – Intensidade de danos (ID %), produção e teor de fósforo em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de fósforo..... 48

Tabela7 – Intensidade de danos (ID %), produção e teor de potássio em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de potássio..... 49

Tabela 8 – Media (±EP) de ID% de Diatraea saccharalis em cana-de-açúcar, variedade RB92579 adubada com diferentes doses de nitrogênio e potássio..... 50

Tabela 9 – Media (±EP) de ID% de D. saccharalis em cana-de-açúcar, variedade RB92579 adubada com diferentes doses de fósforo e potássio..... 50

Tabela10 – Resumo da análise de variância para consumo de fragmentos na variedade RB92579 com chance de escolha, em consequência das doses de nitrogênio, fósforo e potássio..... 51

Tabela 11 – Características químicas dos solos utilizados nos experimentos, antes da adubação com NPK e silício..... 60

Tabela 12 – Valores (±EP) de ID% de Diatraea saccharalis em colmos de cana-de-açúcar da variedade RB92579 tratados com diferentes doses de Si..... 65

Tabela 13 – Produtividade (±EP) em colmos de cana-de-açúcar da variedade RB92579 tratados com diferentes doses de Si..... 66

Tabela 14 – Média (±EP) do consumo de fragmentos de cana-de-açúcar na variedade RB92579, no ensaio com chance de escolha e sem chance de escolha, em consequência das doses de silício..... 67

Tabela 15 – Porcentagem de eclosão de ovos de *Diatraea saccharalis* tratados com diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium anisopliae*. Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas..... 76

Tabela 16 – Efeito de diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium anisopliae* sobre o desenvolvimento de *Diatraea saccharalis*. Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas..... 77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 13

2 REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 A Cultura da cana-de-açúcar 14

2.2 Aspectos gerais sobre*Diatraea* spp..... 15

2.2.1Distribuição geográfica de *Diatraea* spp. 16

2.2.2Descrição e biologia de *Diatraeasaccharali*s e *D. flavipennella* 16

2.2.3Injurias e danos 20

2.2.4Métodos de controle 21

2.3Adubação da cana-de-açúcar 22

2.3.1Nitrogênio 23

2.3.2. Fósforo 25

2.3.3. Potássio 27

2.3.4. Silício 28

2.3.5. Efeito da nutrição mineral na incidência de pragas 28

2.3.6. Silício como indutor de resistência 29

2.4.Fungo Metarhizium anisopliae no controle de *D. saccharalis* 30

REFERÊNCIAS 32

3 INTENSIDADE DE DANOS DE*Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO 39

RESUMO 39

ABSTRACT 40

3.1 INTRODUÇÃO 41

3.2 MATERIAL E MÉTODOS 43

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 46

3.4 CONCLUSÕES 51

REFERÊNCIAS 52

4 SILÍCIO COMO INDUTOR DE RESISTÊNCIA A*Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR 56

RESUMO 56

ABSTRACT 57

4.1 INTRODUÇÃO 58

4.2 MATERIAL E MÉTODOS 60

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 64

4.4 CONCLUSÕES 67

REFERÊNCIAS 68

5 EFEITO DO FUNGO*Metarhizium anisopliae* (METCHNIKOFF) SOROKIN (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) SOBRE FORMAS JOVENS DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) 70

RESUMO 70

ABSTRACT 71

5.1INTRODUÇÃO 72

5.2 MATERIAL E MÉTODOS 73

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 75

5.4 CONCLUSÃO 79

REFERÊNCIAS 80

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar, *Saccharum* spp., é uma planta pertencente à família Poaceae e monocotiledônea. As principais características dessa família são inflorescência em forma de espiga, o crescimento do caule em colmos, as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e a bainha aberta. A planta na forma nativa é perene, de habito ereto (DIOLA; SANTOS, 2010).

Conforme Jadoski et al. (2010) a cana-de-açúcar é uma planta de reprodução sexuada, quando cultivada comercialmente, porém é multiplicada assexuadamente, por propagação vegetativa. A cultura mencionada é plantada em regiões tropicais e subtropicais, adaptando-se a diversas condições de climas e solo, sendo classificada como uma planta C4, apresentando taxa de crescimento e uso da água altamente eficiente.

De acordo com Diola e Santos (2010) a cana-de-açúcar é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo tropical, gerando centenas de milhares de empregos diretos e indiretos. A cultura é uma importante fonte de renda e desenvolvimento. Aproximadamente 85 espécies de insetos estão assinaladas como pragas causadoras de danos à lavoura canavieira no Brasil. Dentre estas, algumas são consideradas pragas importantes, em alguns casos com abrangência nacional em outros, regional (MACEDO et al., 2010).

A diversidade de espécies de insetos que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar é variável com a fenologia da planta e com a região, podendo alguns deles desenvolver populações que resultem em consideráveis prejuízos aos produtores. Segundo Mendonça et al. (1996) dentre as pragas que afetam o desenvolvimento fisiológico da cultura da cana-de-açúcardestaca-se a broca comum, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) como a mais importante e de maior distribuição em todo o continente Americano.

O dano econômico provocado pelas lagartas de *D. saccharalis*(Fabricius, 1794) e *D. flavipennella* (Box, 1931) é variável, e depende da idade do canavial, do local da infestação, do nível de infestação e da variedade. Estima-se que para cada 1% de Intensidade de Infestação (I.I.%), as perdas industriais ficam em torno de 20 a 30 kg de açúcar por hectare, representando em média, 0,85% de decréscimo em produtividade (DEMETRIO; ZONETTI; MUNHOZ, 2008). Perdas de 1,4% em litros de álcool por tonelada de cana são relatadas por Mendonça et al. (1996).

Com relação às medidas de controle, o emprego de inseticidas tem sido uma prática ineficiente. A razão do insucesso no uso dos inseticidas reside na presença simultânea de todos os estágios de desenvolvimento da praga associados à presença de outras plantas

hospedeiras, que propiciam condições de sobrevivência para o inseto durante todo o ano (PLANALSUCAR 1982). Além disso, o estágio larval de *Diatraea* spp. ocorre no interior do colmo, de forma que os inseticidas apenas eliminariam os inimigos naturais, elevando os custos de produção e deixando resíduos ao meio ambiente (MACEDO; BOTELHO 1986).

Segundo Chaboussou (1987) a sanidade das plantas está intimamente ligada à qualidade de seu habitat e se este lhe permite uma nutrição equilibrada, apresentará resistência aos diversos fatores, reduzindo a instalação de pragas. O silício (Si) pode conferir resistência às plantas pela sua deposição na parede celular, principalmente nas células da epiderme, estômatos, ou tricomas, ou depositado juntamente a outros elementos, formando uma barreira mecânica, e/ou pela sua ação como elicitor do processo de resistência induzida (GOMES et al., 2005).

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo analisar a influência de diferentes doses de nitrogênio, fósforo, potássio e silício aplicadas na cultura da cana-de-açúcar, sobre a intensidade de danos (ID %) de *D. saccharalis* na mesma, além de avaliar o efeito do isolado IBCB 425 do fungo *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) sobre ovos, lagartas e pupas de *D. saccharalis,* em condições de laboratório.. Para isso, o trabalho contou com uma revisão de literatura e três capítulos, sendo que na revisão serão abordados temas aspectos gerais de *Diatraea* spp, sua distribuição geográfica, descrição, biologia, prejuízos, danos, métodos de controle, efeito da nutrição mineral na incidência de pragas, silício como indutor de resistência, influência da adubação na interação tritrófica e tipos de resistência. Já no primeiro capítulo serão apresentados dados sobre a intensidade de danos de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar cultivada sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. No capítulo dois será trabalhado o silício como indutor de resistência a *D. saccharalis*, e por fim o capítulo três que apresentará o efeito do fungo *M. anisopliae* sobre formas jovens de *D. saccharalis*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

As principais espécies da cultura da cana-de-açúcar surgiram na Oceania (Nova Guiné) e na Ásia (Índia e China) e as variedades cultivadas no Brasil e no mundo são híbridos multiespecíficos (DIOLA; SANTOS, 2010). Delgado e Cesar (1977) classificam os Persas

como os primeiros a desenvolver técnicas de produção do açúcar e a estabelecerem as rotas do açúcar.

A produção de cana-de-açúcar no Brasil iniciou-se no século XVI, começo do período colonial (CAMPEÃO et al., 2009). Desde que foi introduzida tem tido importante papel na economia nacional, tendo sido o primeiro grande produto de exportação do País (MONTAGHANI; FAGUNDES; SILVA, 2009). Atualmente, o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar seguido pela Índia.

A cana-de-açúcar é uma cultura de extrema importância para a economia brasileira, podendo ser utilizada in natura e matéria-prima para a fabricação de vários produtos, como o açúcar e o álcool e seus subprodutos, como a vinhaça, usada como fonte de potássio em substituição ao adubo químico (DEMETRIO; ZONETTI; MUNHOZ, 2008). Com a preocupação crescente por fontes de energias renováveis e menos poluentes tem elevado a importância da cultura (ALMEIDA et al., 2008), dessa forma a cana-de-açúcar, assume posição de destaque no cenário econômico mundial (LOPES; DINARDO-MIRANDA; BUSOLI, 2011).

A área cultivada com cana-de-açúcar que deverá ser colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2015/16 é de 9.070,4 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores. São Paulo permanece como o maior produtor com 51,7% (4.687,6 mil hectares) da área plantada, seguido por Goiás com 9,8% (891,6 mil hectares), Minas Gerais com 8,9% (808 hectares), Mato Grosso do Sul com 7,5% (682,3 mil hectares), Paraná com 6,8% (620,1 mil hectares), Alagoas com 4,3% (386 mil hectares) e Pernambuco com 3% (276,3 mil hectares). Os demais 16 estados produtores possuem áreas menores, com representações abaixo de 2,5% (CONAB, 2015).

Ainda segundo a CONAB (2015) a produtividade estimada para a safra 2015/16 é de 72.170 kg/ha, apresentado um aumento de 2,4% com relação a última safra. A produção total de cana-de-açúcar destinada à indústria, estimada pra referida safra é de 654,6 milhões de toneladas. A produção na região Centro-Sul está estimada em 592,7 milhões de toneladas. A região Norte/Nordeste provavelmente terá uma produção de 61,9 milhões de toneladas.

2.2 Aspectos gerais sobre *Diatraea* spp.

De acordo com Macedo et al. (2010) o número de espécies de insetos pragas que ocorre na cultura da cana-de-açúcar é variável de acordo com a fenologia da planta e com a

região, podendo algumas delas desenvolverem populações que resultem consideráveis prejuízos aos produtores. Entre essas pragas destaca-se a broca comum da cana-de-açúcar *Diatraea* spp. (MENDONÇA et al. 1996).

A cana-de-açúcar sofre o ataque de brocas durante todo o seu desenvolvimento e a incidência é maior à medida que a planta vai crescendo, principalmente na época em que os entrenós estão se formando. O ataque é variável, dependendo da variedade de cana-de-açúcar, época do ano, e da fenologia (MACEDO; BOTELHO, 1988), entre outros fatores como níveis nutricionais (SANTOS et al., 2011; PANNUTI et. al., 2013).

2.2.1 Distribuição geográfica de *Diatraea* spp.

Segundo Mendonça et. al., (1996) existem cerca de 21 espécies de *Diatraea* spp ocorrendo no Continente americano, sendo que nem todas apresentam importância econômica ao cultivo. No Brasil ocorrem duas espécies *D. saccharalis* de ocorrência em todas as regiões onde se cultiva cana no Brasil e *D. flavipennella* restrita aos Estados do Nordeste, Norte e em alguns do Sudeste, não sendo observada no sul do País (MACEDO et al. 2010). No estado de Alagoas há predominância de *D. flavipennella* (FREITAS et al. 2006; ARAUJO JÚNIOR, 2008).

2.2.2 Descrição e biologia de *Diatraea saccharalis* e *D. flavipennella*

Os adultos de *D. saccharalis* são de coloração amarelo palha, com cerca de 25 mm de comprimento, e asas anteriores formando linhas diagonais em forma de duplo V invertido, mais nítido nos machos. Os adultos de *D. flavipennella* apresentam coloração branco leitosa e asa estriada com um ponto negro central nas duas asas anteriores (Figura 1) (MENDONÇA et al. 1996).

Figura 1. Adultos de *Diatraea saccharalis* (A) (esquerda: macho; direita: fêmea); Adulto de *Diatraea flavipennella*(B).

Foto: (Lima, I.S.).

Ovipositam usualmente na face dorsal da folha, agrupados em massa com 5 a 50 ovos, semelhante a escamas de peixes (Figura 2). Após a incubação, que varia de quatro a oito dias, eclodem lagartas, que inicialmente se alimentam do parênquima das folhas e, ou, da bainha. Por volta de duas semanas depois, elas penetram pelo meristema apical, logo acima do nó, abrindo galerias no seu interior (MACEDO et al. 2010).

Figura 2. Massa de ovos de *Diatraea saccharalis* em forma de escamas de peixes.

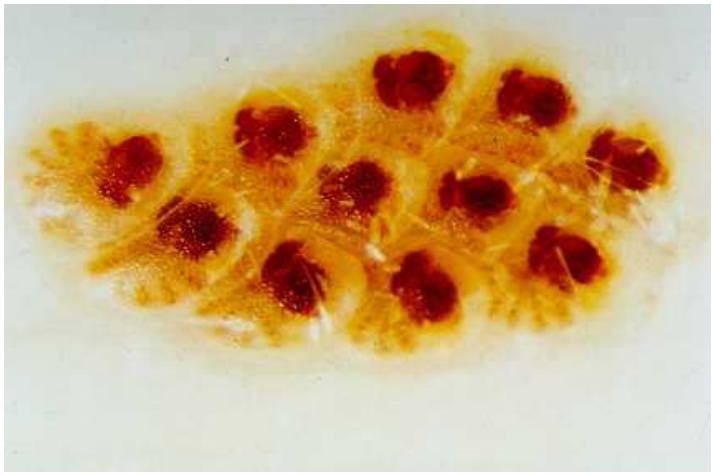


Foto: Autor.

Conforme os mesmos autores, seu completo desenvolvimento dura em média 40 dias, quando atingem cerca de 30 mm. Apresentam coloração branco-leitosa, com pontuações dorsais e laterais castanhas, e possuem capsula cefálica marrom-escura no caso de *D. saccharalis* e amarela para *D. flavipennella*(Figura 3). No final da fase larval, as lagartas

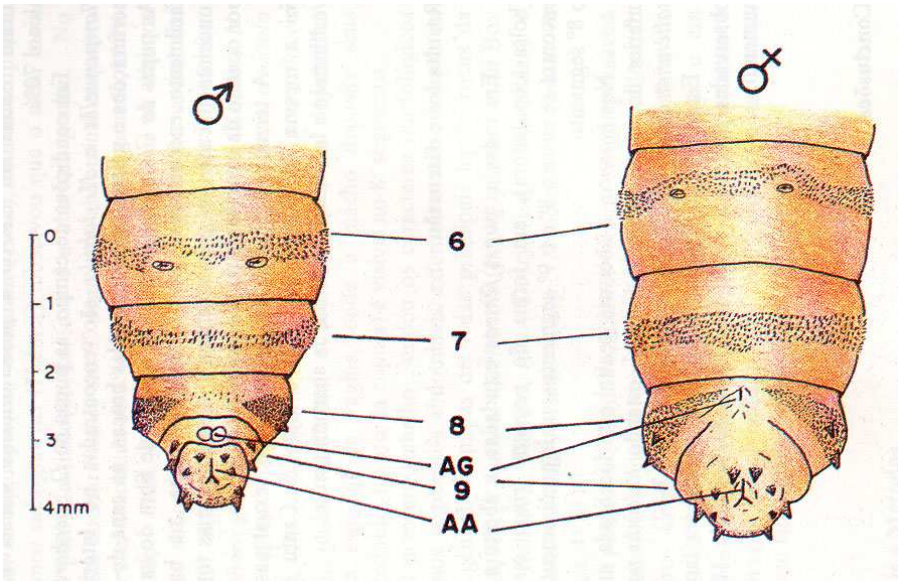
abrem um orifício no colmo da cana, onde a lagarta transforma-se em crisálida, ficando neste estágio entre 7 e 14 dias, quando surge a mariposa.

Figura 3. Lagarta de *Diatraea saccharalis*(A); Lagarta de *Diatraea flavipennella*(B).

Foto: Autor.

A crisálida de ambas as espécies de coloração marrom é encontrada no colmo, no interior das galerias abertas pelas lagartas. O sexo das duas espécies pode ser identificado nesta fase, pois a abertura genital do macho é em forma de duas saliências uma ao lado da outra, localizada na borda inferior de nono segmento abdominal, e na fêmea sobre o oitavo segmento (Figura 4), facilmente visível com o auxílio de uma lupa manual com 10 vezes de aumento, além de a fêmea ser geralmente maior que o macho (MENDONÇA et al. 1996).

Figura 4. Vista ventral dos últimos segmentos abdominais em pupas, macho e fêmea de *Diatraea saccharalis*.



Fonte: Mendonça et al. (1996).

Os mesmos autores afirmaram que *D. saccharalis* apresenta um ciclo biológico entre 50 a 62 dias, assim distribuído: ovo de quatro a oito dias; lagartas 40; pupa de seis a 14 dias e longevidade de adultos de sete dias, podendo ocorrer de três a quatro gerações por ano. Nas regiões de clima frio e/ou seco, a lagarta pode entrar em diapausa por um período de100 a 150 dias. Já o ciclo biológico da *D. flavipennella* completa-se entre 39 a 51 dias distribuídos da seguinte forma: ovo de quatro a oito dias; lagartas de 25 a 26; pupa de 10 a 17; a longevidade dos adultos pode chegar a sete dias (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Ciclo biológico de *Diatraeasaccharalis*.

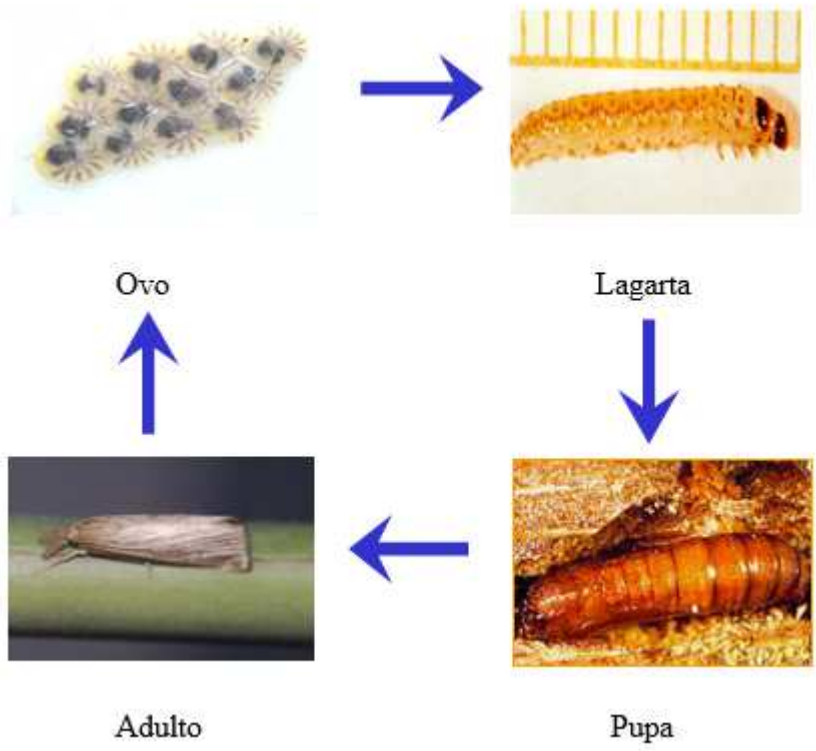


Foto: Autor.

Figura 6. Ciclo biológico de *Diatraea flavipennella*

Foto: Autor, 2008.

2.2.3 Injúrias e danos

As lagartas de *D. saccharalis* e *D. flavipennella,* quando atacam as canas, de até cerca de quatro meses de idade, causam a morte da gema apical, provocando a morte da planta, apresentando o sintoma conhecido como "coração morto" (MENDONÇA et. al. 1996). Em cana adulta, além da morte da gema apical, ocorre brotação lateral, enraizamento aéreo, canas quebradas e entrenós atrofiados.

Através dos orifícios deixados pelas lagartas penetram fungos oportunistas como, *Fusarium moniliforme* Sheldon e *Colletotrichum falcatum* Went, ambos os patógenos citados causam a podridão-vermelha, responsável pela inversão da sacarose, diminuição da pureza do caldo e contaminação no processo de fermentação alcoólica (PLANALSUCAR 1982, GALLO et al., 2002).

Existe correlação entre o índice de infestação do complexo broca/podridão, dado pela fórmula II % = [(entrenós danificados/total de entrenós) x 100)], e as perdas sendo observada no campo e na indústria. Essa correlação é expressa por 0,77 % de perdas de toneladas de cana no campo e 0,25 % de açúcar recuperável na indústria a cada 1 % de intensidade de infestação (MACEDO et al., 2010). Uma vez determinada a Intensidade de Infestação, tem diferentes graus de infestação conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1. Classificação do grau de infestação da broca-da-cana *Diatraeasaccharalis*.

Grau de infestação	Infestação	Intensidade de infestação
Baixo	0 – 25 %	0 a 5 %
Moderado	25 – 50 %	5 a 10 %
Regular	50 – 75 %	10 a 15 %
Elevado	75 – 95 %	15 a 25 %
Muito elevado	+ de 95 %	Além de 25 %

Fonte: Gallo, et al. (2002)

Dinardo-Mirando et al. (2012) estudando a influência da infestação de *D. saccharalis* sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar verificaram que aumentos nos índices de infestação de broca resultam em diminuição na qualidade tecnológica da cana, devido ao aumento nos teores de açúcares redutores e redução nos teores de pol na cana e pureza, nas cultivares IAC91-1099, IACSP93-3046 e IACSP95-5000.

Lima et al. (2013) estudando a infestação de *Diatraea* spp. em variedades RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas verificaram que a variedade RB92579 é mais tolerante ao ataque da praga em questão, tanto em sistema irrigado como em sequeiro, independentemente do número de folhas da planta.

2.2.4 Métodos de controle

Segundo Macedo et al. (2010) de modo natural, numerosos predadores, especialmente vários gêneros de formigas, cumprem um importante papel no controle da broca, atingindo de 70 a 80 % de ovos. Liberações de *Trichograma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) realizadas em áreas infestadas com ovos de *D. saccharalis* em três semanas consecutivas, proporcionam níveis elevados de parasitismo (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2007).

O controle biológico tem sido utilizado como base do manejo integrado da broca da cana, através principalmente da criação e liberação de parasitoides larvais. Este tem sido utilizado para conter ou minimizar os danos causados pelo complexo das espécies de *Diatraea* existentes na América do Sul. Porém associando a ele, outras táticas de controle, como coleta manual de lagartas, manejo varietal, época de plantio, tratos culturais e controle por comportamento (MENDONÇA et al., 1996).

A broca é controlada biologicamente na fase de lagarta, procedendo-se a liberações massais do parasitóide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), originário da Índia e do Paquistão (MACEDO et al. 2010). Esse parasitoide foi introduzido no Estado de Alagoas em 1974, permitindo o controle efetivo da broca (MENDONÇA et al., 1996). Porém, o controle biológico age a médio e longo prazo, exigindo investimentos incompatíveis com a capacidade dos pequenos produtores. Mesmo para os grandes produtores que dispõem de infraestrutura para a produção de parasitoides em laboratórios, quando há necessidade de reduzir drasticamente a população da praga em grandes áreas em curto prazo, visando diminuir os prejuízos, o controle biológico pode ser lento para atingir o objetivo (MACEDO; BOTELHO, 1986).

2.3 Adubação da cana-de-açúcar

As plantas devem obter do ambiente os materiais brutos específicos para as complexas reações bioquímicas necessárias a manutenção de suas células e ao seu crescimento. Além da luz, as plantas necessitam de água e certos elementos químicos para o metabolismo e o crescimento. Grande parte do desenvolvimento evolutivo das plantas envolveu especializações estruturais e funcionais necessárias à absorção eficiente desses materiais brutos e sua distribuição às células em toda planta (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

Apenas certos elementos são determinados como essenciais para o crescimento vegetal. Um elemento essencial é definido como aquele cuja ausências impede a planta de completar seu ciclo de vida ou aquele que tem um papel fisiológico claro (TAIZ; ZEIGER, 2004). Conforme Furlani (2004) entre esses elementos, aqueles exigidos em maiores quantidades pelas plantas são denominados de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e aqueles exigidos em pequenas quantidades são denominados micronutrientes (Boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, níquel e zinco).

Além desses elementos minerais, são também elementos químicos essenciais o carbono, hidrogênio e oxigênio, que a planta retira principalmente do ar e do solo, na forma de CO_2 e de H_2O. Sendo esses agrupados entre os macronutrientes. Já o silício é considerado um elemento benéfico são encontrados em abundancia e exigido em pequena quantidade (FURLANI, 2004).

2.3.1 Nitrogênio

O nitrogênio é dos elementos minerais mais abundantes nas plantas e, e´ frequentemente um dos principais fatores limitantes para seu crescimento. É encontrado em moléculas importantes como proteínas e ácidos nucléicos. Plantas têm a capacidade de assimilar o nitrogênio inorgânico do ambiente e sintetizar os aminoácidos encontrados em proteínas, bem como todos os outros compostos orgânicos nitrogenados utilizados por elas (FURLANI, 2004).

Apesar de abundante na atmosfera, o nitrogênio molecular não pode ser absorvido pelas plantas. Exceto pelos microrganismos fixadores ou via adubação nitrogenada (FURLANI, 2004). A assimilação do nitrogênio requer uma série complexa de reações bioquímicas, que estão entre as reações de maior demanda energética dos organismos vivos. Sendo as plantas leguminosas responsáveis por estabelecerem a relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (TAIZ; ZAIGER, 2004).

Segundo os mesmos autores, a assimilação de nutrientes é o processo pelo qual os nutrientes obtidos pelas plantas são incorporados em compostos de carbono necessários ao crescimento e ao desenvolvimento. A assimilação do nitrogênio é uma das várias etapas que constituem o ciclo do nitrogênio, qual engloba várias formas de nitrogênio da biosfera. As principais fontes de nitrogênio disponíveis para as plantas são o nitrato (NO_3^-) e a amônia (NH_4).

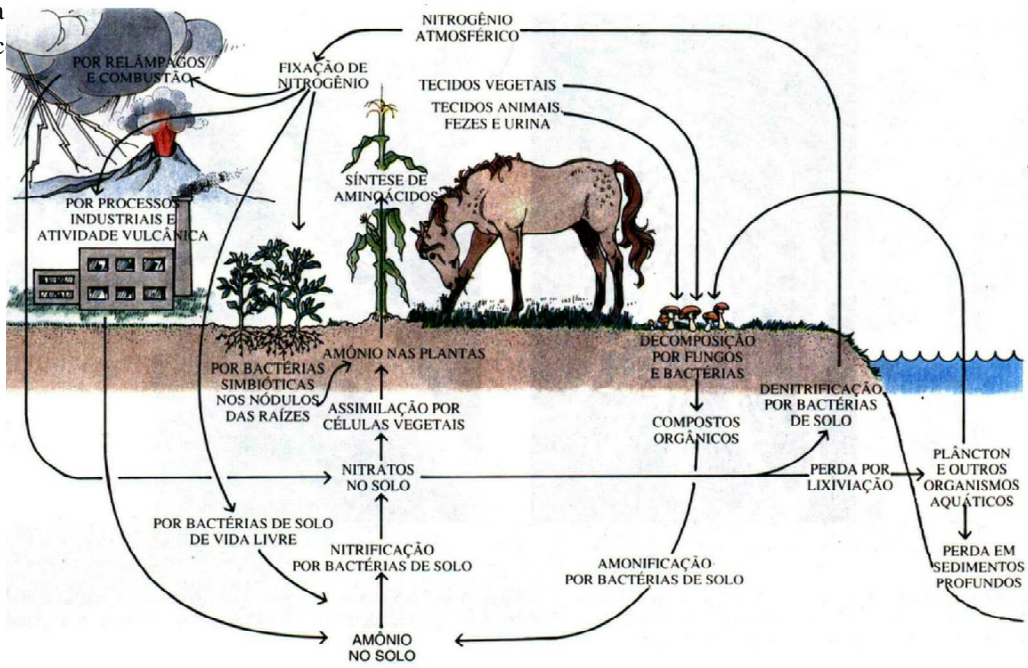
O nitrogênio é reposto no solo primariamente pela sua fixação, processo pelo qual N_2 é reduzido a NH_3 (NH_4^+), estando, assim disponível para incorporação em esqueletos carbônicos formando os aminoácidos entre outros compostos nitrogenados (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996). A fixação biológica representa a forma mais importante, sendo executada por bactérias que formam associações simbiontes com as plantas superiores, nas quais o procarionte fornece diretamente à planta hospedeira o nitrogênio fixado em troca de outros nutrientes e carboidratos. Tais simbioses ocorrem nos nódulos formados nas raízes dos vegetais contendo bactérias fixadoras (TAIZ; ZAIGER, 2004).

O tipo mais comum de simbiose ocorre entre as espécies da família leguminosa e as bactérias de solo dos gêneros *Azorhizobium, Bradyrhizobium, Photorhizobium, Rhizobium e Sinorrhizobium*, as quais são coletivamente chamadas de rizóbios. O nitrogênio também

chegarao solo na forma de materiais orgânicos e origem vegetal e animal. Esses substâncias são decompostos por organismos do solo (TAIZ; ZAIGER, 2004).

De acordo com Raven; Evert; Eichhorn (1996) a liberação de íons NH_4^+ a partir dos compostos contendo nitrogênio (amonificação) é executada por bactérias e fungos. Já a oxidação da amônia para formar nitritos e nitratos (nitrificação) por bactérias. O nitrogênio é absorvido pelas plantas quase que exclusivamente na forma de nitrato. O nitrogênio é perdido do solo pela remoção das plantas cultivadas, pela erosão, fogo, lixiviação e ação de bactérias desnitrificantes (Figura 7).

Figura s, antes de ser inc



Fonte: Raven; Evert; Eichhorn, (1996).

As funções do nitrogênio na planta são equilíbrio de cargas, elemento estrutural e elemento regulatório. Quando o suprimento de nitrogênio não é adequado, o crescimento é retardado e o Nitrogênio é mobilizado das folhas velhas para as áreas de novo crescimento. O sintoma típico de deficiência de nitrogênio é á senescência precoce das folhas mais velhas com clorose característica. Ocorre também mudanças na morfologia da planta, redução na relação parte aérea/raízes, redução no comprimento, largura e espessura das folhas. O excesso

de nitrogênio provoca crescimento excessivo da parte aérea em detrimento das raízes, o que favorece o acamamento (FURLANI, 2004).

A produtividade média dos canaviais tem oscilado em torno de 100 toneladas de matéria total por hectare, os colmos correspondem a aproximadamente 80% dessa massa, porém adotando manejo adequado de variedades, tratos culturais e de adubação, podem-se alcançar produtividades superiores a 150 toneladas de matéria por hectare (OLIVEIRA et al., 2007).

O Nitrogênio é um dos nutrientes vegetais absorvidos em maior quantidade pela cultura da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007).Este mineral favorece o perfilhamento e provoca aumento significativo na produção da cana. É indispensável na formação de proteínas e processos enzimáticos e bioquímicos, exercendo papel fundamental no desenvolvimento da planta, além de compor a molécula de clorofila (CARNAÚBA, 1990).

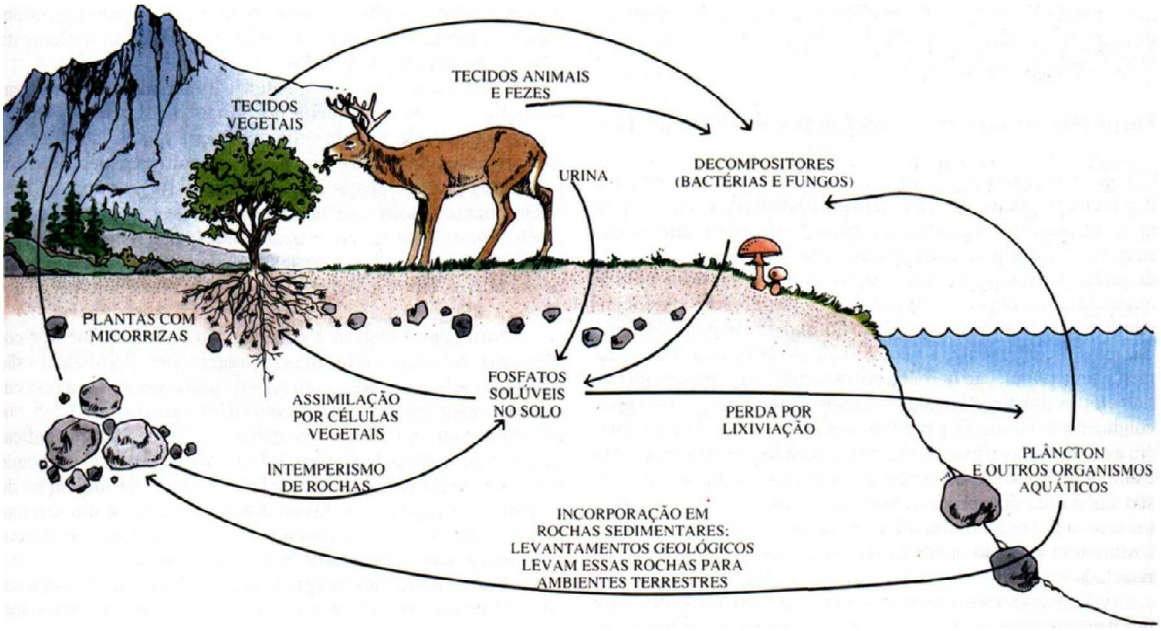
2.3.2 Fósforo

Conforme Bastos et al., (2008) o fósforo é considerado um elemento essencial para as plantas e ocorre em baixa concentrações nos solos brasileiros. Raven; Evert; Eichhorn, (1996) mencionam que de modo semelhante aos outros minerais, o fósforo, é liberado a partir de tecidos mortos pela atividade de decompositores. Absorvido do solo pelas plantas, o fósforo, circula nos animais sendo devolvido ao solo em formas orgânicas em resíduos e dejetos as formas orgânicas do fósforo são convertidas a fosfato inorgânico, e assim o fósforo torna-se novamente disponível para as plantas (figura 8).

Através da erosão, poluição e perda em águas de drenagem grandes quantidades de fósforo são carregadas para os rios e córregos, fazendo com que eventualmente o fósforo alcance os oceanos onde é depositado e precipitado em sedimentos e nos restos de organismo marinhos (Figura 8). Para contrapor essa perda, depósitos de rochas fosfatadas são extraídas em larga escala para uso como fertilizante (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

O fosfato (HPO_4^{2-}) na solução do solo é absorvido pelas raízes das plantas por intermédio de transportados por intermédio de um transportador H^+ - HPO_4^{2-} do tipo simporte e incorporado em uma variedade de compostos orgânicos, incluindo açúcares fosfatos, fosfolipídios e nucleotídeos. O principal ponto de entrada do fosfato na via de assimilação ocorre durante a formação do ATP, a molécula de energia da célula (TAIZ; ZAIGER, 2004).

Figura 8. Ciclo do fósforo em um ecossistema terrestre.



Fonte: Raven; Evert; Eichhorn, (1996).

O fosfato absorvido palas raízes é rapidamente incorporado aos açúcares, formando ésteres de açúcar-fosfato, que são transportados radialmente nas células das raízes e liberados no xilema e no floema na forma de fosfato inorgânico, o qual transita facilmente pelos vasos condutores. O fosfato tem várias funções na célula vegetal, sendo elemento estrutural dos ácidos nucléicos, elemento transferidor de energia nas ligações químicas energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com gliceraldeído e com coenzimas como AMP, ADP, ATP, UTP E GTP, além de atuar como elemento regulador, já que o fosfato inorgânico armazenado no vacúolo é liberado no citoplasma e atua regulando várias vias sintéticas (FURLANI, 2004).

Na cana-de-açúcar o fósforo assume grande importância no enraizamento e no perfilhamento e, portanto, na produtividade final e no rendimento de açúcar (SANTOS et al. 2011). A deficiência, reduz a absorção de nitrogênio e dificulta a clarificação do caldo durante a fabricação do açúcar, elevando o custo de fabricação em virtude da necessidade de adição

de fosfatos solúveis para atingir o teor ideal de P_2O_5, fundamental para uma clarificação eficiente.

2.3.3 Potássio

Já com relação ao potássio, sua absorção é altamente seletiva e acoplada aos processos metabólicos, apresentando elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis. O K^+ não é metabolizado, formando ligações fracas, que são facilmente trocáveis. No citoplasma não compete pelos postos de ligações que requerem cátions bivalentes. O K^+ é o cátion mais abundante no citoplasma, tendo importantes funções nas células das plantas como regulação osmótica, balanço de cátions e ânions, relações hídricas da planta, movimento dos estômatos alongamento celular, estabilização do pH do citoplasma, ativação enzimática, síntese de proteínas, fotossíntese e no transporte de açúcares (FURLANI, 2004).

A deficiência de potássio resulta em redução na atividade de muitas enzimas regulatórias, diminuição na concentração de amido, acúmulo de carboidratos solúveis, acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, redução na atividade das ATPases ligadas a membrana plasmática, afetando o transporte iônico e redução na atividade de redutase do nitrato. A demanda de K^+ para um crescimento ótimo está dentro da faixa de concentração de 20 a 50 g Kg^{-1} de matéria seca (FURLANI, 2004).

A mesma autora afirma que plantas deficientes em K^+ têm seu crescimento retardado, e a redistribuição de K^+ é estimulada das folhas velhas e colmos para as folhas novas. Sintomas visuais de deficiência caracterizam-se por clorose e necrose das folhas e colmos mais velho. A lignificação dos tubos vasculares fica prejudicada, o que contribui para o acamamento das plantas. Quando a água é limitante, a perda de turgescência e a murcha das folhas são sintomas típicos da deficiência de K. Plantas bem supridas de K são mais resistentes ao estresse deágua, à geada e ao ataque de fungos.

Na cultura da cana-de-açúcar o excesso de potássio no solo e/ ou sua falta de potássio, pode diminuir a qualidade da matéria-prima, influenciando as porcentagens do teor de sacarose (Pol) e a fibra industrial da cana (MOURA et al., 2005). O potássio é o cátion em maior concentração nas plantas, sendo um nutriente com relevantes funções fisiológicas e

metabólicas, como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e também absorção de nitrogênio e síntese proteica, tornando-se, portanto, limitante em sistema com utilização intensiva de solo cultivados (ANDRADE et al., 2003).

2.3.4 Silício

O silício é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, depois do oxigênio. Apesar das quantidades consideráveis encontradas nos solos, a maioria é pobre em silício solúvel ou disponível para as plantas. O Si apresenta uma série de efeitos benéficos, como por exemplo à proteção contra aos estresses bióticos e abióticos (MONTES; MONTES; RAGA, 2015).

Segundo Marafon e Endres (2011) nos solos, o silício solúvel ou disponível às plantas tem origem nos processos de intemperização dos minerais primários e, particularmente, dos minerais secundários como os argilo-silicatos. O silício está presente na solução do solo como ácido silícico ou monossilícico (H_4SiO_4), que é absorvido pelas plantas. De modo geral, as soluções dos solos apresentam teores de Silício dissolvidos variando entre 2,8 e 16,8 $mg.L^{-1}$, sendo que equilibro do elemento no solo depende do pH (potencial hidrogeniônico).

As plantas podem ser consideradas acumuladoras de silício, quando possuem teor foliar acima de 1%, e não acumuladora com teor de 0,5%. Ao ser absorvido pelas plantas, o silício é facilmente translocado no xilema (MONTES; MONTES; RAGA, 2015). Gramíneas são classificadas como acumuladoras (SÁVIO et. al., 2011). Dessa forma a cana-de-açúcar por ser uma cultura acumuladora vem apresentando resultados muito interessantes com relação ao controle de algumas pragas (MARAFON; ENDRES, 2011)

2.3.5 Efeito da nutrição mineral na incidência de pragas.

A adubação mineral tem sido estudada por vários pesquisadores, sendo que as opiniões são divididas já que para parte da comunidade acadêmica a fertilização das culturas é uma das práticas que pode causar um aumento populacional das pragas por tornar as plantas mais nutritivas e atrativas. Por outro lado, outros autores afirmam que aplicações de fertilizantes desfavorecem algumas pragas, pois ao proporcionar um crescimento mais

vigoroso da planta, faz com que ela tolere maiores os danos (RODRIGUES; CASSINO, 2003).

A adubação nitrogenada aumenta a atividade fotossintética da planta e estimula a divisão celular, proporcionando aumento no teor de proteínas e na biomassa total. Todavia, essa mesma adubação provoca alterações na quantidade qualidade do nitrogênio presente na planta, uma vez que aumenta os níveis de N solúvel, principalmente como aminoácidos livres, os quais podem ser assimilados por diversas espécies de insetos. Além disso, a fonte de fertilizante pode, também, influir na qualidade e quantidade de compostos solúveis de nitrogênio, sendo que os amoniacais levam a um maior acúmulo, quando comparados com os nítricos (MATSON, 1980).

Limitações de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento das raízes e da parte aérea, das quais a planta não se recupera ao longo do seu ciclo (SOUSA et. al., 2012), fazendo com que as plantas fiquem mais susceptíveis ao ataque de pragas, já que o fósforo atua como elemento estrutural e transferidor de energia (FURLANI, 2004). Com relação ao potássio ele é um elemento essencial ao desenvolvimento e metabolismo das plantas, já que tem participação ativa em processos de fundamental importância como biossíntese, fosforilação e síntese de ATP, ativação enzimática e síntese de proteínas. Bortoli et. al. (2005) verificaram que quanto maior a dose, apesar de favorecer o desenvolvimento de lagartas de *D. saccharalis,* torna as plantas de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) (Poaceae)] menos danificadas pelo inseto.

Bortoli et al. (2005) estudando dano de *D. saccharalis* em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio verificaram de modo geral, que para a adubação nitrogenada, as doses entre 50 e 200 mg dm³ tendem a promover maior desenvolvimento para as lagartas da broca, sendo que as menores porcentagens de dano foram verificadas nas menores doses de N, enquanto que para o potássio, quanto maior a dose, apesar de favorecer o desenvolvimento das lagartas, tornam as plantas menos danificadas pelos insetos.

2.3.6 Silício como indutor de resistência.

De acordo com Epstein (1999) dentre os nutrientes minerais que auxiliam no manejo de pragas, o silício destaca-se- por reduzir a severidade do ataque de pragas. O silício atua na planta, aumentando a rigidez do tecido, promovendo barreira mecânica contra insetos-praga,

contribuindo significativamente na redução dos danos ocasionados e na atividade alimentar dos artrópodes (LAING; GATARAYIHA; ADANDONON, 2006).

A ação do silício sobre insetos herbívoros pode ser direto ou indireta. Os efeitos diretos incluem a redução no crescimento da planta e na reprodução do inseto, com simultânea redução do dano na planta. Já os indiretos podem ser considerados como a diminuição ou atraso da penetração do inseto na planta, reduzindo o tempo de exposição da planta às pragas, às condições climáticas adversas e às medidas de controle químico (KEDARAS; KEEPING, 2007).

As plantas adubadas com silício, provavelmente, desencadeiam mecanismos naturais de defesa, como por exemplo, a produção de compostos fenólicos, quitinases, peroxidases e acúmulo de lignina, (GOMES; MORAES; ASSIS, 2008). Estas substâncias interferem no crescimento e desenvolvimento de insetos-praga demostrado através da aplicação de solução de ácido silícico na cultivar IAC-19 de soja *Glicyne max* (L.) (Fabaceae) (MORAES; FERREIRA; COSTA; 2009).

Guimarães et. al., (2008) estudando o efeito do silicato de potássio no parasitismo de *Meloidogyne incógnita* em cana-de-açúcar verificaram que o referido mineral foi eficiente na indução de resistência ao referido nematoide em canas das variedades RB867515 e RB92579, sem apresentar efeito sobre o crescimento da planta. Supostamente essa indução foi consequência da menor penetração e desenvolvimento no nematoide nas raízes e, consequentemente, menor sitio de alimentação.

Dalastra et al., (2011) estudando o silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoinzeiro verificaram que uma aplicação de silício proporcionou proteção às plantas reduzindo o número de adultos e ninfas dos trips evitando perdas de 2,02 a 2,11 gramas por massa de grãos, além de aumentar a produtividade da cultura.

2.4 Fungo *Metarhizium anisopliae* no controle de *Diatraea saccharalis*

Os fungos foram os primeiros patógenos a serem utilizados no controle microbiano de insetos. Esses entomopatógenos vêm sendo estudados, no Brasil desde os anos 30 do século XX.Cerca de 80% das doenças de artrópodes têm como agentes etiológicos os fungos, pertencentes a aproximadamente 90 gêneros e mais de 700 espécies. A variabilidade genética

dos fungos pode ser considerada uma das suas principais vantagens para utilização no controle biológico de insetos, sendo possível selecionar isolados de fungos altamente eficientes para o controle de uma ou mais pragas (ALVES; LOPES; LEITE, 2005).

De acordo com Valicente (2009) os fungos entomopatogênicos têm como hospedeiros os afídeos, moscas-brancas, gafanhotos, moscas, besouros, lagartas, tripes e ácaros, além de serem capazes de infectar todos estádios de desenvolvimento dos hospedeiros. O autor menciona ainda que o fungo penetra no corpo do inseto por diversas vias, uma vez dentro dos insetos, os fungos multiplicam-se rapidamente por todo o corpo. A morte é causada pela destruição dos tecidos e, ocasionalmente, pelas toxinas produzidas pelos fungos. Frequentemente os fungos emergem do corpo dos insetos, produzem esporos que, quando espalhados pelo vento, chuva ou contato com outros insetos.

Os insetos infectados param de alimentar e tomam-se mais lentos. Estes morrem relativamente rápido, às vezes em uma posição ereta, mas ainda presos na folha ou no ramo. Isto pode ser observado em locais mais elevados ou concentrados na borda das culturas. O corpo do inseto morto pode ser firme e de consistência emborrachada ou de aparência oca. Várias vezes observam-se insetos mortos de cor creme, verde, avermelhada ou marrom, em consequência do crescimento do fungo, seja envolvendo o corpo do hospedeiro, seja saindo das juntas dos segmentos do corpo (VALICENTE, 2009).

De acordo com Alves, Lopes, Leite (2005) os fungos são patógenos de largo espectro, sendo que o fato de poderem infectar diferentes estágios de desenvolvimento dos hospedeiros, os colocam em vantagem quando comparados com outros grupos de patógeno. Zimmer et al. (2010) mencionam que a utilização de fungos entomopatogênicos como agentes do controle biológico vem sendo realizada utilizando-se principalmente as espécies *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (Mitospórico, Hyphomycetes) e *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Ascomycata, Sordariomycetidae).

Conforme Oliveira et al. (2008) o fungo *M. Anisopliae* ocasiona mortalidade larval e pupal na broca da cana-de-açúcar, sendo que Zappeline et al. (2010) fazendo seleção de isolados do referido fungo visando o controle de *D. saccharalis*, mencionam que a mortalidade confirmada pela ação do entomopatógeno varia entre 54 e 100, sendo que os isolados IBCB (Instituto Biológico) 167, 351, 383, 384, 410, 417, 418, 425 e 481 são capazes de provocar mortalidade superior a 80%. Valente et al. (2014) estudando o efeito de fungos entomopatogênicos sobre formas imaturas de *D. flavipennela*verificaram que o fungo *M. Anisopliae* é potencial agente no manejo da referida praga.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.C.S.et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras v.32, n.5, p.1441-1448, 2008.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; LEITE, L.G. Entomopatógenos de cigarrinhas da cana-de-açúcar e das pastagens. In: Mendonça, A.F. (Ed.)**Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico**. Maceió: INSECTA, 2005. P. p.243-267.

ANDRADE, A.C. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia,**Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, 2003.

ARAUJO JÚNIOR, J.V. A**valiação de variedades RB (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas.** 2008. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2008.

BASTOS, A.L. et al.. Influência de doses de fósforo de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v.12, n.2, p.136-142, 2008.

BORTOLI, S.A. et al. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharali s*(Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia,**Lavras, v.29, n.2, p. 267-273, 2005.

BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F. et al. Efeito do número de adultos de *Trichogrammagalloi*Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraeasaccharalis*(Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.31, n.1, p.53-58, 2007.

CAMPEÃO, P.et al.. Influência do setor sucroalcooleiro no índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M). In: **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociedade Rural**, 47°, 2009, Porto Alegre.

CARNAÚBA, B.A.A. O nitrogênio e a cana-de-açúcar. **STAB –** Açúcar, Álcool e subprodutos, Piracicaba, v.8, n.3-4, p.24-39, 1990.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxico (a teoria da trofobiose).** Porto Alegre: L & PM, 1987, 234p

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira:** Cana-de-açúcar, v.2, n.1, safra 2015-2016, primeiro levantamento, abril, 2015.Disponívelem:http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_49_33_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_15-16.pdf. 2015.

DALASTRA, C. et al. Silício como Indutor de resistência no controle do tripés do prateameno *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoinzeiro. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.35, n.3, p.531-538, 2011.

DELGADO, A.A.; CÉSAR, M.A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. V.2, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1977. p. 1061.

DEMETRIO, A.P.; ZONETTI, P.C.; MUNHOZ; R.E.F. Avaliação de clones de cana-de-açúcar promissores RBs quanto à resistência à broca da cana (*Diatraea saccharalis*) na região noroeste do Paraná. **Iniciação cientifica CESUMAR,** Maringá, v.10, n.1, p. 13 – 16, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. Influência da Infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. **Bragantia,** Campinas, v.71, n.3, p.342-354, 2012.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia da Cana-de-açúcar.In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologia e Perspectivas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 25-50.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,** Palo Alto, v.50, p.641-664, 1999.

FREITAS, M.R.T. et al. The Predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar canefilds in the State of, Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, Florida, v.89, n.4, p.539-540, 2006.

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B. (Ed). **Fisiologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. P.40-75.

GALLO, D. et al.**Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, v.10, 2002, 920p.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ASSIS G.A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.38, n.5, 2008.

GOMES, F.B. et al. Resistance Induction in wheat plants by silicone and aphids. **Scientia Agricola.** Piracicaba, v.62, n.6, p.547-551, 2005.

GUIMARÃES, L.M.P. et al. Efeito de metil jasmonato e silicato de potássio no parasitismo de *Meloidogyne incógnita* e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira,** Piracicaba, v.32, n.1, 2008.

JADOSKI, C.J. et al. Fisiologia do desenvolvimento do estádio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharumofficinarum*l.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.3, n.2, p.169-176, 2010.

KEDARAS, O.L; KEEPING, M.G. Silicon impedes stalk penetration by thr borer *Eldana saccharina* in sugarcane. **Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.125, n.1, p.103-110, 2007.

LAING, M.D.; GATARAYIHA, M.C.; ADANDONON, A. Silicon use for pest control in agriculture: a review. **Proceedings Suoth African Sugar Technologists Association,** v.80, p.278-286, 2006.

LIMA, H.M.A. et al. Infestação de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) em variedades RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.4, n.4, p.407-413, 2013.

LOPES, D.O.P.; DINARDO-MIRANDA, L.L.; BUSOLI, A.C. Atualidades empragas da cultura da cana-de-açúcar: sudeste e nordeste do brasil. In: BUSOLI, A. C. et al. **Tópicos em entomologia agrícola – IV**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel (Gráfica e Editora Multipress), 2011. 250p.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Aplicação do regulador de crescimento de insetos (IRG) visando o controle de lagartas de *Diatraea saccharalis*(Fabricius, 1794). **Brasil açucareiro**, v.104, p.30-35, 1986.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). **Brasil Açucareiro,** Rio de Janeiro, v.162, n.2., p.2-11, 1988.

MACEDO, N. et al. Manejo de Pragas e Namatoides.In: Santos, F.; Borém, A.; Caldas, C. (Ed.). **Cana-de açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologia e Perspectivas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 119-159.

MARAFON, A.C.; ENDRES, L. A. Adubação silicatada em cana-de-açúcar. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 46p., ISSN 1517-1329.

MATSON, W.J. Hebivory in relation to plant nitrogen contente. **Anual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v.11, p.119-161, 1980.

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, Diatraea spp. (Lepidoptera: Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.) **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.51-82.

MONTAGNHANI, B.A.; FAGUNDES, M.B.B.; SILVA, J.F. O papel da agroindústria canavieira na geração de empregos e no desenvolvimento local: O caso da usina mundial no mundial no município de Mirandópolis, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.12, p.26-38, 2009.

MONTES, R.M.; MONTES, S.M.N.M.; RAGA, A. O uso do silício no manejo de pragas. São Paulo: **Instituto Biológico**, 2015. 13p. ISSN 1983-134X.

MORAES, J.C.; FERREIRA, R.S.; COSTA, R.R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.33, n.5, p.1260-1264, 2009.

MOURA, M.V.P.S. et al. Doses de adubação da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciênc. Agrotec.,** Lavras, v.29, n.4, p.753-760, 2005.

OLIVEIRA, M.A.P. et al. R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences,** Maringá, v.30, n.2, p.219-224, 2008.

OLIVEIRA, M.W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.30-43, 2007.

PANNUTI, L.E.R. et al. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, v.48, n.4, p.381-387, 2013.

PLANALSUCAR.**Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Brasil, 1982, 28p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7ºed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 728p.

RODRIGUES, W.C. & CASSINO, P.C.R. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre a população de *Aleurothrixus floccosus* (Homoptera: Aleyrodidae), em laranja doce (*Citrus sinensis*) CV. Folha murcha. **Revista Universidade Rural**, série ciências da vida, Rio de Janeiro, v.22, n.2., p.55-59, 2003.

SANTOS, D.H. et al. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **R. Bras. Eng. Ambiental,** Campina Grande, v.15, n.15, p.443-449, 2011.

SÁVIO, F.L. et al. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicatos. **Ciências Agrárias,** Londrina, v.32, n.1, p.103-110, 2011.

SOUSA, A.E.C. et al. Biometria de desenvolvimento de pinhão-manso irrigado com diferentes lâminas de água residuária e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 119-127, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3º ed., Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

VALENTE, E.C.N. et al. Efeito de fungos entomopatogênicos sobre formas imaturas de *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Brasileira de Agroecologia,** v.9, n.1, p.248-258, 2014.

VALICENTE, F.H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, n.251, p.48-55, 2009.

ZAPPELINI, L.O. et al. Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.75-82, 2010.

ZIMMER, C.R. et al. Ação do fungo *Metarhizium anisopliae* sobre desenvolvimento do díptero *Muscina stabulans* em laboratório. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.62, n.5, p.1142-1147, 2010.

Intensidade de Danos (ID %) de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar cultivada sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação da cana-de-açúcar *Saccharum* spp, sobre os danos de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) (Lepidoptera: Crambidae). Para isso foi utilizada a variedade RB92579, cultivada em vasos utilizando-se diferentes doses de fertilizantes e mantidos em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial, com 3 doses de N, P e K e três repetições. As doses utilizadas nos tratamentos em mg/dm³foram 0, 45 e 90 de N; 0, 40 e 80 de P, e 0, 50 e 100 de K, sendo que 355 após o plantio foi mensurada a Intensidade de Danos (ID %). Em laboratório, foram avaliados a atratividade e o consumo de fragmentos de colmos de cana-de-açúcar por lagartas de quarto instar, em testes com ou sem chance de escolha. De maneira gerala adubação nitrogenada aumenta a intensidade de danos provocado pelo ataque de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, não mostrando interferência significativa sobre a produtividade de colmos. Já com relação as adubações fosfatada e potássica, essas promoveram ganho na produtividade sem que a intensidade de danos fosse afetada. A adubação não afeta a atratividade dos fragmentos de colmo, nem tão pouco o consumo pela lagarta.

Palavras-chave: *Saccharum,* broca-da-cana, *Colletotrichum falcatum*, podridão-vermelha.

Intensity of Damage (ID %) of *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane cultivated under different doses of nitrogen, phosphorus and potassium.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the influence of soil fertilization of the sugarcane *Saccharum* spp, on the damage of *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) (Lepidoptera: Crambidae). For this reason it was used the variety RB92579, cultivated in pots using different doses of fertilizer and kept in vegetation house in a completely randomized design in a factorial scheme, with 3 doses of N, P and K and three repetitions. The doses used in the treatments in mg/dm³were 0, 45 and 90 of N; 0, 40 and 800, P, and 0, 50 and 100 for K, being 355 after planting was measured the intensity of damage (ID %). In the laboratory, were evaluated the attractiveness and the consumption of fragments of culms of sugar-cane by caterpillars of fourth instar, in tests with or without choice. In general the nitrogen fertilization increases the intensity of damage caused by the attack of *D. saccharalis* in the culture of sugar cane, not showing significant interference on the productivity of stalks. Already with relation fertilisation phosphate and potassium fertilization, these have promoted productivity gain without which the intensity of damage was affected. The fertilizing does not affect the attractiveness of the fragments of culm, nor the consumption by Caterpillar.

Keywords: *Saccharum,* sugarcane borer, *Colletotrichum falcatum*, red rot.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial no setor sucroalcoleiro, estando na liderança mundial da produção de cana-de-açúcar *Saccharum* spp. (Poaceae). A produção está concentrada principalmente no Centro-Sul do país e o estado de São Paulo é o principal produtor (CONAB, 2015). Apesar do elevado aparato tecnológico nos canaviais, o fornecimento inadequado de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (PANNUTI et. al., 2013) e o ataque de pragas (MENDONÇA et. al., 1996), comprometem a produtividade da cultura mencionada.

De acordo com Macedo et al. (2010) o número de espécies de insetos praga que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar é variável de acordo com a fenologia da planta e com a região, podendo algumas delas desenvolverem populações que resultem consideráveis prejuízos aos produtores. Entre essas pragas destacam-se as brocas comuns da cana-de-açúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) (MENDONÇA et al. 1996). No estado de Alagoas há duas espécies *D. saccharalis* e *D. flavipennella*, com predominância dessa última(FREITAS et al. 2006; ARAUJO JÚNIOR, 2008).

As lagartas de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) e *D. flavipennella* (Box, 1931), quando atacam as canas novas, de até cerca de quatro meses de idade, causam a morte da gema apical, provocando a morte da planta, apresentando o sintoma conhecido como “coração morto”. Em cana adulta, além da morte da gema apical, ocorre brotação lateral, enraizamento aéreo, canas quebradas e entrenós atrofiados (MENDONÇA et al. 1996).

Através dos orifícios deixados pelas lagartas penetram fungos, *Fusarium moniliforme* Sheldon e/ ou *Colletotrichum falcatum* Went, os quais causam a podridão-vermelha, responsável pela inversão da sacarose, diminuição da pureza do caldo e contaminação no processo de fermentação alcoólica (PLANALSUCAR 1982, GALLO et al. 2002).

Com relação às medidas de controle, o emprego de inseticidas tem sido prática ineficiente. A razão do insucesso dos inseticidas reside na presença simultânea de todos os estágios de desenvolvimento da praga associados à presença de outras plantas hospedeiras, que propiciam condições de sobrevivência para o inseto durante todo o ano (PLANALSUCAR, 1982). Além disso, o estágio larval de *Diatraea* spp. ocorre no interior da cana, de forma que os inseticidas apenas eliminariam os inimigos naturais, elevando os custos de produção e deixando resíduos ao meio ambiente (MACEDO; BOTELHO, 1986).

A broca é controlada biologicamente, procedendo-se as liberações massais dos parasitoides *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (MENDONÇA et al., 1996; MACEDO et al., 2010). Liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) realizadas em áreas infestadas com ovos de *D. saccharalis* em três semanas consecutivas, proporcionam níveis elevados de parasitismo (BROGLIO-MICHELETTI et al. 2007).

Porém o controle biológico age a médio e longo prazo, exigindo investimentos incompatíveis com a capacidade dos pequenos produtores. Mesmo para aqueles que dispõem de infraestrutura para a produção de parasitoides em laboratórios, quando há necessidade de reduzir drasticamente a população da praga em grandes áreas em curto prazo, visando diminuir os prejuízos, o controle biológico pode ser lento para atingir o objetivo (MACEDO; BOTELHO, 1986).

De acordo com Gallo et al. (2002) a partir do final do século XX, ocorreu uma mudança na forma de controle de pragas, que deixou de ser feito exclusivamente por meio de aplicação sistemática de produtos químicos. Como consequência surgiu o Manejo Integrado de Pragas (MIP), sendo baseado em um somatório de tecnologia e em várias áreas.

Dessa forma, a comunidade cientifica passou a dar maior ênfase a trabalhos que busquem obter medidas alternativas, dentre elas a resistência de plantas, podendo ser constitutiva ou induzida (LARA, 1991). A nutrição da planta é um fator que deve ser levado em consideração como ferramenta no manejo integrado de pragas, apresentando potencial para redução do uso de agrotóxicos e de fertilizantes (FREITAS; JUNQUEIRA; SANTOS, 2013).

Segundo Chaboussou (1987) a nutrição adequada confere à planta ótimas condições fisiológicas que podem aumentar sua capacidade de suportar o ataque e danos causados por uma determinada praga. Tanto o excesso como a carência de nutrientes podem afetar o equilíbrio da planta e comprometer sua resistência natural.

Portanto, o objetivo do trabalho foi de avaliar a influência de diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados a cultura da cana-de-açúcar em relação aos danos causados pelo complexo broca-podridão à produtividade e seus danos a mencionada cultura.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em casa de vegetação (temperatura = 27,1 ± 2,52; Umidade relativa % = 67,4 ± 19,6), de novembro de 2013 a novembro de 2014 na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrarias da Universidade Federal de Alagoas, Delza Gitaí, Rio Largo, Alagoas (latitude 09° 40' S, longitude 35° 42'W e 127,00 m de altitude). Foi utilizada a cana-de-açúcar da variedade RB92579. O cultivo foi em vasos de polietileno de 11 litros, com uma planta cada. O solo utilizado foi um latossolo amarelo coeso argissólico de textura média/argilosa, retirado da camada arável [(0-20 cm) (Tabela 2)].

Tabela 2.Características químicas dos solos utilizados nos experimentos, antes da adubação com NPK. Rio Largo-AL, 2014.

pH	**Na**	**P**		**Ca**	**Al**	**H + Al**	**SB**	**CTC**	**V**	**M**	**MO**
H_2O	$Mg.dm^3$	mg dm^3		$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	%	%	%
5,4	31	48	4,5	0,7		4,4	5,55	9,95	55,8	0,2	2,73

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 3 doses de N, P e K e três repetições, sendo que as doses utilizadas nos tratamentos em mg/dm³foram 0, 45 e 90 de nitrogênio (sulfato de amônio – 21% de N); 0; 40 e 80 de fósforo (superfosfato simples – 18% de P_2O_5); e 0; 50 e 100 de potássio (cloreto de potássio – 18% deKCl), totalizando 81 parcelas (Tabela 3). As doses de nitrogênio foram parceladas, sendo 1/3 aplicado no plantio e 2/3 em cobertura, 20 dias após a germinação. As doses de fósforo e potássio foram aplicados de uma única vez, por ocasião do plantio.

Trezentos dias após o plantio, cada uma das plantas foi infestada com 15 lagartas recém eclodidas de *D. saccharalis* cedidas pela Empresa FITOAGRO, sendo as mesmas colocadas na bainha ou no limbo foliar. Aos 55 dias após a infestação, as plantas foram retiradas dos vasos com o sistema radicular, sendo seus colmos abertos longitudinalmente, para quantificação do número de internódios totais e do número de internóidios com danos característicos da podridão vermelha.

Tabela 3. Tratamentos utilizados em experimento para avaliar dano de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar cultivado sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Rio Largo-AL, 2014.

Tratamento	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**
		mg/dm³	
N0P0K0	0	0	0
N0P0K1	0	0	50
N0P0K2	0	0	100
N0P1K0	0	40	0
N0P1K1	0	40	50
N0P1K2	0	40	100
N0P2K0	0	80	0
N0P2K1	0	80	50
N0P2K2	0	80	100
N1P0K0	45	0	0
N1P0K1	45	0	50
N1P0K2	45	0	100
N1P1K0	45	40	0
N1P1K1	45	40	50
N1P1K2	45	40	100
N1P2K0	45	80	0
N1P2K1	45	80	50
N1P2K2	45	80	100
N2P0K0	90	0	0
N2P0K1	90	0	50
N2P0K2	90	0	100
N2P1K0	90	40	0
N2P1K1	90	40	50
N2P1K2	90	40	100
N2P2K0	90	80	0
N2P2K1	90	80	50
N2P2K2	90	80	100

Os parâmetros relacionados ao número total de entrenós e aqueles que se encontram lesionados devido ao ataque da broca foram utilizados na fórmula de Intensidade de danos (GALLO et al., 2002), dado pela fórmula: Intensidade de danos (%) = $\frac{entrenós\ danificados}{total\ de\ entrenós}$ x 100.Para determinação da fitomassa fresca, foram colocadas em saco de papel e pesados em balança analítica. A determinação de nitrogênio nas plantas foi realizada segundo o método da digestão sulfúrica, de fósforo e potássio pela digestão nitro-perclólica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A atratividade e o consumo de fragmentos de colmo pela broca foram avaliados em laboratório (Temperatura = 25 ± 2ºC, Umidade Relativa = 70 ± 10%, e fotófase de 12 horas), utilizando as mesmas doses e repetições do trabalho realizado em casa de vegetação. Os insetos utilizados nesses testes foram obtidos de uma criação de *D. saccharalis* da empresa Fitoagro – Controle Biológico localizado em Maceió-AL, criadas em dieta artificial proposta por Hensley e Hammond, (1968) modificada.

Para o teste com chance de escolha, seções do colmo de cana-de-açúcar sem a casca foram dispostas em círculo de forma equidistante, em arenas de plástico (18 cm de diâmetros por 8,5 cm de altura), forradas ao fundo com papel-filtro umedecido. Os colmos dispostos em cada arena foram provenientes dos tratamentos avaliados em casa de vegetação. Pedaços de 5 g dos colmos foram retiradas do sexto ou quinto entrenó, contando a partir do solo. Nesses pedaços, foi aberta uma pequena galeria na parte inferior, para facilitar a entrada da lagarta. Foram liberadas 27 lagartas de 4º ínstar, na região central das arenas, que foram vedadas, com pequenos orifícios feitos na parte superior para a entrada de ar. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

A massa dos pedaços de colmo de cana-de-açúcar foi mensurado 48 horas após a infestação. Após a última avaliação, as lagartas foram retiradas das arenas. O consumo foi determinado pela diferença de peso entre alíquotas de material vegetal, sem infestação, e de material obtido após a análise da infestação.

Para o teste sem chance de escolha, pedaços do colmos, com 5 g, dos mesmos tratamentos utilizados no estudo em casa de vegetação foram acondicionados, isoladamente, no interior de recipientes plásticos (50 mL), e infestados com duas lagartas de 4° instar de *D. saccharalis*. Foram utilizadas três repetições, em que cada recipiente representou uma repetição, em delineamento inteiramente casualizado. As avaliações de consumo seguiram a mesma metodologia descrita para o teste com chance de escolha.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as medias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância com auxílio do programa Assistat. A normalidade dos resultados foi obtida utilizando-se o teste de Kolmorov-Smirnov.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância verificou-se que não houve interação significativa entre as doses de N x Px Ke a ID% provocada pelo ataque de *D. saccharalis*.No entanto, houve interação significativa entre as doses de N x K e a intensidade de danos, o mesmo foi constatado para a interação entre Px K (Tabela 4). Bortoli et al. (2005) verificaram que o desbalanceamento nutricional do sorgo *Sorghum bicolor* (L.) (Poaceae) possivelmente aumentou a incidência de podridão vermelha na cultura citada.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para ID % na variedade RB92579, em consequência das doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Rio Largo-AL, 2014.

Causas de variação	G.L.	F
Nitrogênio (N)	2	5,11 **
Fósforo (P)	2	2,50 ns
Potássio (K)	2	0,01 ns
N x P	4	0,58 ns
N x K	4	2,91 **
P x K	4	3,66 *
N x P x K	8	1,44 ns
Tratamentos	26	2,13 **
Resíduos	54	-----
C.V. (%)	----	57,60

**, * e ns – Significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo.

Os resultados indicam que, os maiores níveis de nitrogênio apresentam elevação nos valores de ID%, sendo que o tratamento controle (26,19 ± 3,59) apresentou ID% inferior aos demais, apontando, que o aumento da adubação nitrogenada incrementa os danos provocados por *D. saccharalis* (Tabela 5). Os índices de intensidades de danos de 39,28 % e 43,76 % obtidos nas adubações de 45 e 90 mg/dm³de nitrogênio, respectivamente, podem ser classificados como muito elevado. De acordo com Gallo et al. (2012), incidência de intensidade de infestação é classificada de acordo com a seguinte escala: 0 – 5 %, baixa; 6 a

10 %, moderada; 10 – 15 %, regular; 15 – 25 %, elevada; e, acima de 25 %, muito elevada. Vale salientar que no presente trabalho foi verificada a intensidade de danos.

Tabela 5. Intensidade de danos (ID %), produção e teor de nitrogênio em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de nitrogênio. Rio Largo-AL, 2014.

Níveis de N (mg/dm³)	**Intensidade de danos (%)**	**Produção (g planta^{-1})**	**N (dag/kg)**
0	26,19 ± 3,59 b	461,55 ± 16,86	0,71 ± 0,13 c
45	39,28 ± 6,41 a	499,62 ± 17,02	0,84 ± 0,28 b
90	43,70 ± 7,84 a	496,37 ± 14,69	0,98 ± 0,18 a
C.V. (%)	57,60	19,20	27,70

Medias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pannuti et al. (2013) estudando danos do complexo broca-podridão e sua relação com a produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses crescente de nitrogênio observaram que a irrigação nitrogenada aumenta a incidência de *D. saccharalis* e de podridão vermelha, sendo que as doses mais elevadas de 150 e 200 t ha^{-1}, apresentaram media 1,53 % e 2,61 %, respectivamente. Já Álvarez et al. (2014) trabalhando com doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1}, concluíram que a adubação nitrogenada não influenciou o ataque da broca da cana-de-açúcar mesmo quando aplicada a dose máxima, porém os autores sugerem a falta de resposta, possivelmente ao alto coeficiente de variação encontrado em seu trabalho.

Plantas cultivadas sob alta adubação nitrogenada apresentam alta concentração de nitrogênio no colmo, o que torna a alimentação mais favorável ao inseto. Esta resposta positiva da intensidade de danos de *D. saccharalis* a aplicação de nitrogênio érelatada na literatura (BORTOLI et al. 2005; PANNUTI, 2012). As elevadas doses de nitrogênio permitem a acumulação de aminoácidos livres nas células, o que favorece aos insetos (POLITO, 2006). O acúmulo de nitrogênio solúvel ficou evidente nesse trabalho como demostra a Tabela 5,onde são apresentadas as porcentagens de nitrogênio.

A Tabela 5apresenta o efeito das doses de 0, 45 e 90 mg/dm³ de solo sobre a produtividade. Os resultados indicam que não houve efeito significativo da aplicação de N sobre a produtividade. Com relação a esse parâmetro deve-se observar o comportamento da cultura nos anos subsequentes, já que segundo Marschner (1995) o nitrogênio potencializa e incrementa a síntese de proteínas e de ácidos nucléicos, promovendo um maior crescimento. Inclusive, Silva et al. (2009) constataram que o rendimento da cana-de-açúcar sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura foi afetada significativamente pela adubação com o nível de 458 kg ha^{-1}(236 kg de N; 222 kg de K) apresentando os melhores resultados.

Vitti et al. (2007) analisando o efeito do nitrogênio residual na produtividade, observaram que a fertilização nitrogenada em doses crescentes até 175 kg ha^{-1} resulta em aumento linear na produtividade de colmos de segunda soca, sendo que esse efeito se estende para a terceira soca. Vale salientar que nesse trabalho foi observado a produtividade de cana-de-açúcar de primeira folha.

Os dados de ID % como variável dependente das doses de P aplicadas, demostraram que o nível de adubação fosfatada de 80 mg/dm³ (43,66 ± 4,89) proporcionou aumento significativo, quando comparada com o nível 40 mg/dm³ e ao tratamento controle (Tabela 6). Na mesma tabela encontra-se os resultados das análises químicas das plantas, observando-se que o aumento significativo na quantidade de P no material vegetal a medida de aumenta o nível de adubação. O uso de adubação fosfatada pode interferir no crescimento das culturas, alterar os níveis de nutrientes na planta e interferir sobre o ataque de insetos (CARDOSO; CIVIDANES; NATALE, 2002).

A aplicação de, P promoveu aumento na produtividade de colmos de cana-de-açúcar, com o tratamento controle apresentando produção significativamente menor que os níveis de 40 e 80 mg/dm³ (Tabela 6). Cruz et al. (2009) analisando o efeito da adubação fosfatada em duas variedades de cana-de-açúcar, perceberam efeito significativos sobre a adubação fosfatada.

Tabela 6. Intensidade de danos (ID %), produção e teor de fósforo em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de fósforo. Rio Largo-AL, 2014.

Níveis de P (mg/dm³)	**Intensidade de danos (%)**	**Produção (g planta^{-1})**	**P (dag/kg)**
0	33,82 ± 5,71 b	438,51 ± 20,39 b	0,68 ± 0,27 c
40	31,74 ± 6,72 b	504,00 ± 21,32 a	0,90 ± 0,10 b
80	43,66 ± 4,89 a	515,03 ± 23,45 a	0,97 ± 0,29 a
C.V. (%)	53,40	18,57	25,88

Medias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A aplicação de doses K não proporcionou significativa influência sobre a intensidade de danos, como demostra a Tabela 7.Todavia vale a pena salientar que os valores encontrados de ID% são classificados como muito alto, considerando valores propostos por Gallo et al. (2002). Era de se esperar que a aplicação de K diminuísse de forma significativa os danos provocados pelo referido inseto, já que o potássio é um elemento essencial ao desenvolvimento e metabolismo das plantas, tendo participação ativa em processos de

fundamental importância como biossíntese, fosforilação e síntese de Adenosina Trifosfato (ATP), ativação enzimática e síntese de proteínas.

Inclusive, resultados diferentes foram observados por Álvarez et al. (2012) que avaliando a aplicação de doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} nas variedades RB-956911 e SP81-3250 em condições de campo, concluíram que a aplicação de potássio tende a diminuir o ataque da broca da cana-de-açúcar. Em plantas mantidas em vasos e em casa de vegetação Bortoli et al. (2005) trabalhando com doses de 0, 50, 100, 200 e 400 ppm de K, observaram que quanto maior a dose, menor foi o dano causado pelas lagartas de *D. saccharalis*, apesar do referido nutriente favorecer o desenvolvimento da mesma.

Tabela 7. Intensidade de danos (ID %), produção e teor de potássio em tecido vegetal na variedade RB92579, em consequência dos crescentes níveis de potássio. Rio Largo-AL, 2014.

Níveis de K (mg/dm^3)	**Intensidade de danos (%)**	**Produção (g $planta^{-1}$)**	**K (dag/kg)**
0	36,97 ± 4,53	451,18 ± 35,69 b	0,82 ± 0,27 b
40	35,93 ± 5,42	483,92 ± 33,69 b	0,80 ± 0,15 b
80	36,32 ± 4,69	515,03 ± 28,47 a	0,91 ± 0,25 a
C.V. (%)	13,40	12,67	22,70

Medias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A análise dos dados de produção evidenciou que um incremento na adubação potássica aumenta o rendimento da cultura da cana-de-açúcar (Tabela 7). Esses resultados com relação ao K vão de encontro com trabalho de Dalri e Cruz (2008) que analisando a produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento superficial concluíram que a aplicação de 50 % da dose recomendada de nitrogênio e de potássio proporcionam incrementos significativos a produtividade. Otto, Vitti e Luz (2010) também constataram que a medida de que aumenta a dose de potássio, há aumento no crescimento e perfilhamento da cana-de-açúcar, com esse aumento ocorrendo até a dose de 130 kg ha^{-1} de K, sendo que a partir desse ocorre decréscimo. Nesse trabalho não foi observado decréscimo, com a produtividade máxima 522,44 g $vaso^{-1}$, senso obtida na maior dose de K.

Considerando a interação entre a adubação nitrogenada e potássica, nota-se que somente na ausência de potássio e nitrogênio (14,53 ± 17,39) houve diferença significativa, porém em todas as outras interações houve tendência de aumento de ID% de *D. saccharalis* com aumento das doses de nutrientes (Tabela 8). Este resultado deve-se, provavelmente as maiores concentrações de N e K nas plantas adubadas, evidenciando que a adubação pode interferir nos níveis de nutrientes na planta e como consequência, intervir de forma diferente

sobre o ataque de pragas. De acordo com Taiz e Zeiger (2004) a aplicação de nitrogênio e potássio provavelmente retarda a maturação dos tecidos e diminuir a lignificação.

Tabela 8.Media (±EP) de ID% de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar, variedade RB92579 adubada com diferentes doses de nitrogênio e potássio. Rio Largo-AL, 2014.

	Níveis de K (mg/dm³)		
Níveis de N (mg/dm³)	0	50	100
0	14,53 ± 17,39 bA	32,95 ± 16,97 aA	31,09 ± 21,50 aA
45	45,63 ± 23,79 aA	42,96 ± 27,50 aA	29,35 ± 32,98 aA
90	50,77 ± 18,02 aA	31,88 ± 21,45 aA	48,62 ± 23,59 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação às doses de P e K e suas interações, de maneira geral, os níveis de P_0K_{100} (25,27 ± 21,52), $P_{40}K_{100}$ (26,09 ± 15,69) e $P_{80}K_0$ (27,94 ± 14,71) mg/dm³ resultaram em uma menor intensidade de danos provocada pela broca comum da cana de açúcar, esses resultados indicam que o manejo correto e adequado destes adubos é uma prática essencial para manutenção do equilíbrio fisiológico da planta e para sua capacidade de defesa (Tabela 9). Segundo Guazzelli et al. (2007) a saúde da planta está diretamente associada ao seu metabolismo, sendo que não é qualquer planta que é atacada por pragas, mas apenas aquelas que podem servir de alimento ao inseto, ou seja a nutrição adequada pode promover condições favoráveis as plantas na disputa com insetos.

Tabela 9.Media (±EP) de ID% de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, variedade RB92579 adubada com diferentes doses de fósforo e potássio. Rio Largo-Al, 2014.

	Níveis de K (mg/dm³)		
Níveis de P (mg/dm³)	0	50	100
0	41,95 ± 23,96 aA	34,24 ± 25,78 aA	25,27 ± 21,52 bA
40	41,03 ± 34,35 aA	28,09 ± 15,72 aA	26,09 ± 15,69 bA
80	27,94± 14,71bA	45,47 ± 22,31 aA	57,70 ± 29,84 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No ensaio da atratividade com chance de escolha o consumo pela broca não foi influenciado pela aplicação de N, P e K. Observou-se também que não ocorreu interação significativa entre os níveis de adubações mencionadas, portanto a aplicação dos mesmos não

promoveu aumento do consumo pelas lagartas de quarto instar se comparada a testemunha. Os mesmos resultados foram observados nas condições, onde as lagartas não tinham chance de escolha (Tabela 10). Já Pannuti et al., (2013) avaliando a atratividade de fragmentos de colmos por lagartas de quarto instar, em testes com chance e sem chance de escolha verificaram que as doses de N aumentaram o consumo de fragmentos pelo inseto, inclusive com autores sugerindo que a adubação nitrogenada aumenta a palatabilidade dos fragmentos de colmo às lagartas.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para consumo de fragmentos na variedade RB92579 com chance de escolha, em consequência das doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

		F	
Causas de variação	**G.L.**	**Com chance de escolha**	**Sem chance de escolha**
Nitrogênio (N)	2	1,158 ns	0,048 ns
Fósforo (P)	2	0,688 ns	0,683 ns
Potássio (K)	2	0,901 ns	0,057 ns
N x P	4	1,999 ns	1,159 ns
N x K	4	3,930 ns	1,936 ns
P x K	4	0,513 ns	1,611 ns
N x P x K	8	0,806 ns	1,700 ns
Tratamentos	26	1,450 **	1,323 ns
Resíduos	54	----	----
C.V. (%)	----	46,67	31,07

**, * e ns – Significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo.

3.4 CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada aumenta a ID% provocado pelo ataque de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Já com relação as adubações fosfatada e potássica, essas promoveram ganho na produtividade sem que a ID% fosse afetada de forma significativa. A adubação não afeta a atratividade dos fragmentos de colmo, nem tão pouco o consumo pela lagarta.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J.W.R. et al. Aplicación de potássio em variedades de caña de azúcar: efectos em la productividad y em al ataque del taladrador de la caña. **Investigación Agraria,**Assunción,v.14, n.2, p.93-100, 2012.

ALVAREZ, J.W.R. et al. Fertilización nitrogenada y su efecto en la productividad y el ataque del taladrador de la caña en dos variedades de caña de azúcar. **Investigación Agraria**, Assunción, v.16, n.2, p.1 – 10, 2014.

ARAUJO JÚNIOR, J.V. A**valiação de variedades RB (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas.** 2008. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2008.

BORTOLI, S.A. et al. Aspectos biológicos e dano de *Diatraeasaccharalis*(Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciênciae Agrotecnologia,**Lavras**,** v.29, n.2, p. 267-273, 2005.

BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.et al. Efeito do número de adultos de *Trichogrammagalloi*Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraeasaccharalis*(Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciênciae Agrotecnologia,**Lavras, v.31, n.1, p.53-58, 2007.

CARDOSO, A.M.; CIVIDANES, F.J.; NATALE, W. Influência da adubação fosfatada – potássica na ocorrência de pragas na cultura da soja. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.441-444, 2002.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxico (a teoria da trofobiose).** Porto Alegre: L & PM, 1987, 234p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira:** Cana-de-açúcar, v.2, n.1, safra 2015-2016, primeiro levantamento, abril,

2015.Disponívelem:http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_49_33_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_15-16.pdf. 2015.

CRUZ, S.J.S. et al. Efeito da adubação fosfata sobre o acúmulo de biomassa e teor de brix de duas variedades de cana-de-açúcar. **Revista agrícola,** Mossoró, v.22, n.2, p. 110-116, 2009.

DALRI, A.B.; CRUZ, R.L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia agrícola,** Jaboticabal, v.28, n.3, p.516-524, 2008.

FREITAS, L.M.; JUNQUEIRA, A.M.R.; SANTOS, M.C. Influência da adubação com nitrogênio e silício no ataque de traça-das-crucíferas e na produção do repolho. **Enciclopédia biosfera,** Centro Cientifico Conhecer, Goiana, v.9, n.17, p.1667-1684, 2013.

FREITAS, M.R.T. et al. The Predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar canefilds in the State of, Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, Florida, v.89, n.4, p.539-540, 2006.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, v.10, 2002, 920p.

GUAZZELLI, M.J. et al. Aplicação da teoria da trofobiose no controle de pragas e doenças: uma experiência na serra gaúcha. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p.16-19, 2007.

HENSLEY, S.D; HAMMOND, A.H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology,** v.61, n.6, p.1742-1743, 1968.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** 2ºed. São Paulo, Ícone, 1991. 336.p.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Aplicação do regulador de crescimento de insetos (IRG) visando o controle de lagartas de *Diatraea saccharalis*(Fabricius, 1794). **Brasil açucareiro**, v.104, p.30-35, 1986.

MACEDO, N. et al. Manejo de Pragas e Namatoides.In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologia e Perspectivas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 119-159.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2° ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, Diatraea spp. (Lepidoptera: Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.) **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.51-82.

OTTO, R.; VITTI, G.C.; LUZ P.H.C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo,** Viçosa, v.34, p.1137-1145, 2010.

PANNUTI, L.E.R. **Incidência de *Diatraea saccharalis* Fabr., 1794 (Lepidoptera: Crambidae) e *Mahanarva fimbriolata* Stal, 1854 (Hemiptera: Cercopidae), produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da irrigação e da fertilização nitrogenada.** 2012. 89p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP, 2012.

PANNUTI, L.E.R. et al. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, v.48, n.4, p.381-387, 2013.

PLANALSUCAR.**Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Brasil, 1982, 28p.

POLITO, W.L. The trofobiose theory and organic agriculture: the active mobilization of nutrientes and the use of rock poder as a toll for sustainability. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** Rio de Janeiro,v.78, n.4, p.765-779, 2006.

SILVA, A.B. et al. Rendimento e qualidade da cana-de-açúcar irrigada sob adubações de nitrogênio e potássio em cobertura. **Caatinga,** Mossoró,v.22, n.3, p.236-241, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3º ed., Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

VITTI, A.C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.42, n.2, p.249-256, 2007.

Silício como indutor de resistência a *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar.

RESUMO

Entre as estratégias de manejo integrado de pragas (MIP), a indução de resistência em plantas é uma opção, sendo o silício um fator que pode aumentar o grau de resistência ao ataque de pragas. Dessa forma com o objetivo de verificar o efeito de silício no manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) (Lepidoptera: Crambidae) em plantas de cana-de-açúcar *Saccharum* spp., da variedade RB92579 foi realizado um ensaio em casa de vegetação, constando de seis tratamentos, aplicados na forma de silicato de magnésio (10% de Si e 6% de Mg), nas dosagens de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 g/dm³, com oito repetições em delineamento inteiramente casualizado. No laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes (LECOM)/CECA/UFAL, Rio Largo-AL), foram avaliados o consumos com e sem chance de escolha das lagartas por colmos provenientes de plantas adubadas com silicato de magnésio. A aplicação de silício em condições de casa de vegetação, contribui para a redução da ID% provocado por *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, porém sem influenciar significativamente a produtividade. A adubação com silício afeta o consumo dos fragmentos do colmo de cana-de-açúcar a broca comum tanto com chance como sem de escolha em condições de laboratório.

Palavras-chave:Indução de resistência, Manejo integrado de pragas, Broca comum, Podridão vermelha.

Silicon as inducer of resistance to *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop.

Summary

Among the strategies of integrated pest management (IPM), the induction of resistance in plants is an option, being the silicon a factor that can increase the degree of resistance to the attack of pests. This way with the aim to evaluate the effect of silicon in the management of *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) (Lepidoptera: Crambidae) in plants of sugar-cane *Saccharum* spp., of the variety RB92579 was conducted a test in the Vegetation House, comprised of six treatments, applied in the form of magnesium silicate (10% of Si and 6% of Mg), at doses of 0, 1, 2, 3, 4 and 5 g/dm³, with eight repetitions in a completely randomized design. In the laboratory of Ecology and behavior of arthropods (LECOM)/CECA/UFAL, Rio Largo-AL), were evaluated the consumptions and no choice of caterpillars per stalks from plants fertilized with magnesium silicate. The application of silicon in conditions of the Vegetation House, contributes to the reduction of the ID% caused by *D. saccharalis* in the culture of sugar cane, however without significantly influence the productivity. The fertilization with silicon in laboratory affects the consumption of the fragments of the culm of sugar-cane drill common to both chance as without choice in laboratory conditions.

Keywords: Induction of resistance, integrated pest management, Borer Sugar, Red rot.

4.1 INTRODUÇÃO

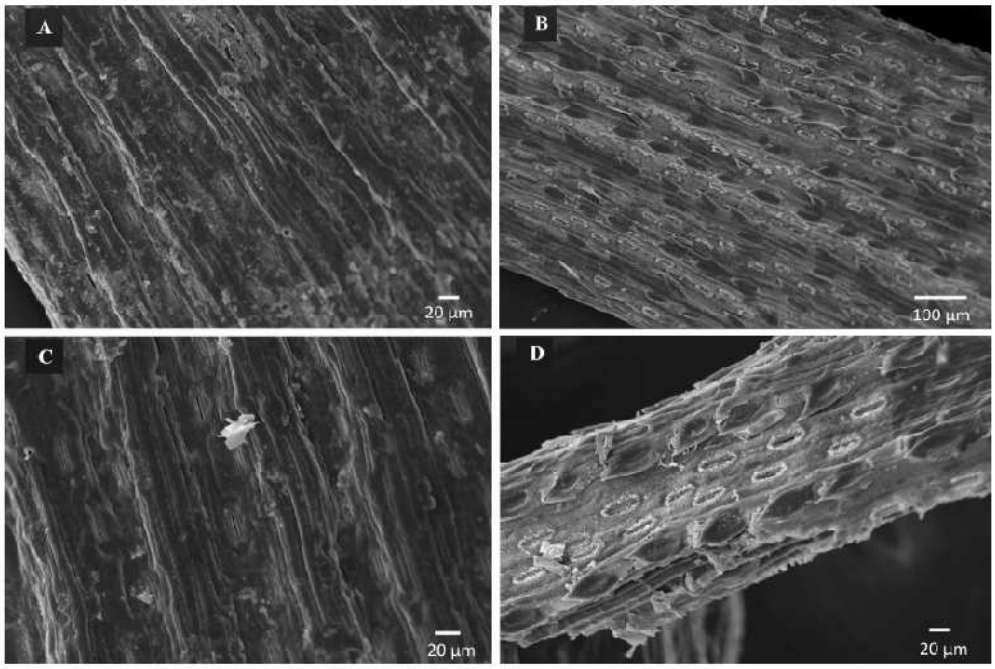
A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) (Poaceae) é uma planta acumuladora de silício (Si), que apresenta grande capacidade de acúmulo em seus tecidos, onde o teor do elemento pode se igualar ou até exceder os teores de macronutrientes. Em um sistema de cultivo intensivo visando alta produtividade, se faz necessária uma adubação adequada, sendo que os fertilizantes silicatados, além de fornecer nutrientes, podem trazer benefícios como aumento da resistência da cultura a pragas (MARAFON; ENDRES, 2011).

O silício atua na planta, aumentando a rigidez do tecido, promovendo barreira mecânica contra insetos-praga, contribuindo significativamente na redução dos danos ocasionados e na atividade alimentar dos artrópodes (LAING; GATARAYIHA; ADANDONON, 2006). A proteção conferida às plantas pelo silício pode ser decorrente do seu acúmulo e polimerização de silicatados nas células epidérmicas, logo abaixo da cutícula, formando uma barreira mecânica (KORNDÖRFER et al., 2004).

Vilela et al. (2014) através de microscopia eletrônica de varredura revelaram que as superfícies foliares de plantas tratadas com silício apresentavam cristais que cobriam parcialmente os estômatos das folhas, além de apresentarem cutícula espessada, evidenciada através do aspecto opaco e esbranquiçado das folhas (Figura 9), o que sugere que o silício pode contribuir de forma significativa na redução dos danos ocasionados e na atividade alimentar de artrópodes.

A broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é uma praga que perfura a cana nova causando a morte da gema apical “coração morto”. Em cana adulta, perfuram o colmo provocam morte da gema apical, brotação lateral, enraizamento aéreo, atrofia de entrenós e canas quebradas, além do complexo broca podridões causar sérias perdas agroindústrias (MENDONÇA et al., 1996; GALLO et al., 2002), devido a penetração dos fungos *Fusarium moniliforme* Sheldon e/ ou *Colletotrichum falcatum* Went, nas galerias abertas pela broca, que determina a inversão da sacarose e diminuição da pureza do caldo (MACEDO et al., 2010).

Figura 9. Microscopia eletrônica de varredura das folhas de cultivares de cana-de-açúcar RB72454 (A e B) e SP80801842 (C e D) com (B e D) ou sem (A e C) tratamento de ácido silícico, a uma concentração de 4t.ha^{-1}.



Fonte: (VILELA et. al., 2014).

O controle desta praga é difícil uma vez que o estágio larval de *Diatraea* spp. ocorre no interior do colmo da cana, de forma que os inseticidas apenas eliminariam os inimigos naturais, elevando os custos de produção e deixando resíduos ao meio ambiente (MACEDO; BOTELHO, 1986). Devido a isso, maior importância tem sido dada as medidas de controles alternativas, como biológico e resistência de plantas (LARA, 1991).

Alguns métodos podem ser utilizados para controle as *Diatreaea* como, por exemplo, o parasitoide de lagartas *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), controle químico com inseticida, controle cultural, entre outros (MENDONÇA, et al., 1996; GALLO et al., 2002). Além disso, Araujo Júnior (2008) relatou que cultivares de cana-de-açúcar se comportaram diferente quando atacada por *D. saccharalis* e que as variedades RB92579, RB867515, RB93509 e RB863129 sofreram menos com o ataque da broca.

A necessidade da racionalização da utilização de insumos agrícolas e de sustentação de patamares cada vez mais competitivos tem levado os agricultores a adoção de novas tecnologias e novos insumos cada vez mais eficazes. Dessa forma o silício pode ser uma ferramenta no Manejo Integrado de Pragas (MIP), já que vários autores vêm encontrando resultados satisfatório para Si como indutor de resistência de pragas em várias culturas.

Neri, Moraes, Gavino (2005) estudando a interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) verificaram que essa interação é positiva, com possibilidades de redução de 50% da dose do inseticida.

Vilela et al., (2014) em estudo de resistência induzida a *D. saccharalis* via aplicação de silício em cana-de-açúcar verificaram que a variedade SP801842, a qual é considerada susceptível a praga em questão, apresentou uma intensidade de danos similar à de uma cultivar de resistência moderada.

Assim sendo, devido à dificuldade de controle de *D. saccharalis* e a capacidade do silício ser usado como uma barreira mecânica aos herbívoros, esse trabalho teve como objetivo de testar diferentes doses de silício, afim de verificar, seus efeitos sobre a intensidade de danos (ID%) da broca da cana-de-açúcar na variedade RB92579.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em casa de vegetação (Temperatura = 29,06 ± 3,05; Umidade relativa % = 50,15 ± 23,28) de dezembro de 2014 a dezembro de 2015 na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campos Delza Gitaí, Rio Largo, Alagoas (latitude 09° 40’ S, longitude 35° 42’ W e 127,00 m de altitude), sendo a cana-de-açúcar da variedade RB92579, cultivado em vasos com capacidade paraoito litros, em casa de vegetação. O solo utilizado foi latossolo amarelo coeso argissólico de textura média/argilosa, retirado da camada arável (0-20 cm) (Tabela 11). As mudas foram produzidas assexuadamente por toletes com uma gema e plantadas emcopo de 500 mL sendo que logo após a brotação as mudas foram transferidas para os vasos (Figura 10).

Tabela 11.Características químicas dos solos utilizados nos experimentos, antes da adubação com NPK e silício.

pH	**Na**	**P**	**Ca**	**Al**	**H + Al**	**SB**	**CTC**	**V**	**M**	**MO**
H_2O	$Mg.dm^3$	$mg\ dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	$cmol.dm^3$	%	%	%
5,8	167	114	8,2	0,02	4,4	9,95	9,97	62,8	0,2	5,51

O experimento utilizou o delineamento inteiramente casualizado com oito repetições e tratamentos constituídos por variações nas doses de silício, aplicados na forma de silicato de

magnésio (10% de Si e 6% de Mg), nas dosagens de 1, 2, 3, 4 e 5 g/dm³, aplicados 60 dias após a brotação, além da testemunha, a qual não apresentava silicato de magnésio na constituição. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso.

Figura 10.(A) Mudas sendo preparadas em copos de 500 mL (B) Mudas já transplantadas em vasos de 8 L em casa de vegetação.

Foto: Autor.

Aplicou-se na adubação nitrogênio (sulfato de amônio – 21% de N), fósforo (superfosfato simples – 18% P_2O_5) e potássio (cloreto de potássio – 60% de K_2O). A dosagem utilizada em todos os tratamentos em mg/dm³ foi de 90 de N; 80 de P_2O_5, e 100 de K_2O. As doses de nitrogênio foram parceladas, sendo 1/3 aplicado no plantio e 2/3 em cobertura, 20 dias após a germinação. As doses de fósforo e potássio foram aplicados de uma única vez, por ocasião do plantio.

Aos 180 dias após o plantio, cada uma das plantas foi infestada com 15 lagartas de *D. saccharalis* recém eclodidas fornecidas de criação da empresa Fitoagro – Controle Biológico.As lagartas foram colocadas na bainha ou no limbo foliar da folha +1. Aos 30 dias após a infestação, as plantas foram cortadas com tesoura de poda ao nível do solo e transferidas para o laboratório para contagem do número de entrenós, comprimento do colmo até a última bainha visível, abertura longitudinal do colmo para quantificação do número de internódios totais e brocados e o complexo broca podridão (Figura 11).

Figura 11. (A)Infestação de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar variedade RB92579; (B) Cana-de-açúcar aberta longitudinalmente para verificação da ID(%).

Foto: Autor.

Os parâmetros relacionados ao número total de entrenós e aqueles que se encontram lesionados devido ao ataque da broca foram utilizados na fórmula de Intensidade de Danos (GALLO et al., 2002), dado pela fórmula: Intensidade de Danos (%) = $\frac{entrenós\ danificados}{total\ de\ entrenós}$ x 100.Foram realizadas aferições de altura e diâmetro e fitomassa fresca, sendo a altura medida com uma trena e o diâmetro com um paquímetro. Para determinação da fitomassa fresca, foram colocados os pedaços dos colmos em saco de papel e pesados em balança analítica.

A atratividade e o consumo de fragmentos de colmo pela broca foram avaliados no laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes (LECOM)/CECA/UFAL (temperatura = 25 ± 2ºC, Umidade relativa = 70 ± 10%, e fotófase de 12 horas). Para a realização dos testes em laboratório mudas foram cultivadas em forma de toletes com uma gema por vaso de cinco litros, sendo aplicados os mesmos tratamentos e adubação descritos anteriormente para o experimento em casa de vegetação.

Para o teste com chance de escolha, pedaços de 5 g dos colmos sem a casca foram retiradas dos últimos entrenós, contando a partir do solo. Nesses pedaços, foram aberto uma pequena galeria na parte inferior, com intuito de facilitar o consumo da lagarta e dispostos em círculo de forma equidistante, em arenas de plástico (7,7 cm de diâmetros por 6 cm de altura), forradas ao fundo com papel-filtro umedecido (Figura 12).

Figura 12. Teste com chance de escolha: (A) Pesagem de fragmentos de cana-de-açúcar em balança analítica; (B) Fragmentos de cana-de-açúcar dispostos equidistantes na arena.

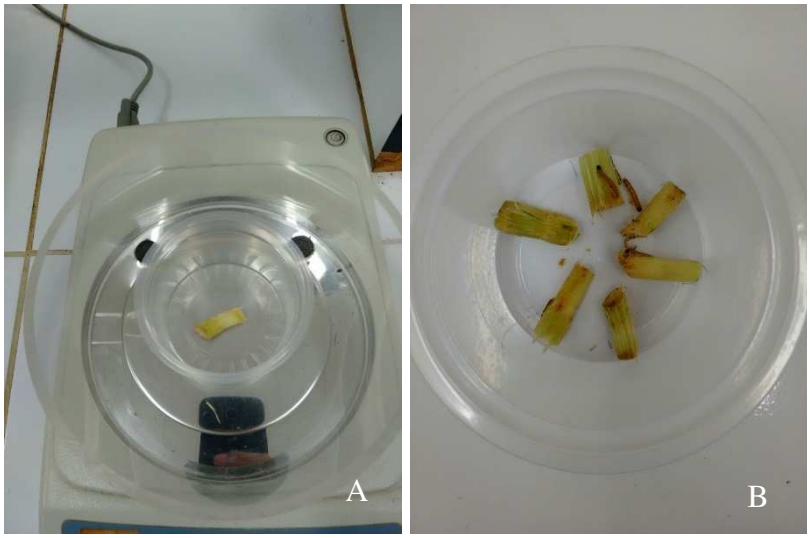


Foto: Autor.

Foram liberadas doze lagartas de 4º instar, na região central das arenas. As arenas foram vedadas, com pequenos orifícios feitos na parte superior para a entrada de ar. Foram realizadas oito repetições em delineamento inteiramente casualizado, representadas por uma arena cada. O número de lagartas nos tratamentos foi quantificado 24 e 48 horas após a infestação. Após a última avaliação, as lagartas foram retiradas das arenas. O consumo foi determinado pela diferença de peso entre alíquotas de material vegetal, sem infestação, e de material obtido após a análise da infestação.

Para o teste sem chance de escolha, pedaços do colmos, com 5 g, dos mesmos tratamentos utilizados em casa de vegetação foram acondicionados, isoladamente, no interior de recipientes plástico (50 mL), e infestados com duas lagartas de 4° instar de *D. saccharalis*. Foram utilizadas oito repetições, sendo cada recipiente representando uma repetição, em delineamento inteiramente casualizado. As avaliações de consumo seguiram a mesma metodologia descrito para o teste com chance de escolha (Figura 13).

Figura 13.Teste sem chance de escolha: (A) Lagartas de *Diatraea saccharalis* alimentando-se de fragmento de cana-de-açúcar; (B) Arena em estufa com fotoperíodo e termoperíodo controlados.

Foto: Autor.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as medias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância com auxílio do programa Assistat.Foi realizada análise de regressão, para relacionar as doses de silíciocom a Intensidade de Danos%. A normalidade dos resultados foi avaliada pelo teste de Kolmorov-Smirnov.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Intensidade de Danos de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar apresentou diferença significativa entre os tratamentos em função das concentrações de silício aplicadas, sendo que o tratamento controle (46,40 ± 26,52) e o nível de 1 g dm³ de Si (34,70 ± 34,71) apresentaram ID% superior as demais (Tabela 12), o que pode estar relacionado ao seu acumulo e polimerização de silício na parede celular, aumentando a rigidez e inibindo a alimentação nas plantas, já que as plantas que receberam os maiores níveis de adubação apresentaram os menores valores de ID(%). Vilela et al. (2014) também verificaram diferenças significativas para colmos brocados, com o maior número de orifícios sendo encontrado na variedade SP801842 (susceptível) sem aplicação de Si. Por outro lado, Camargo et al. (2010) concluíram que não existe relação entre a absorção de Si e a infestação de *D. saccharalis* em variedades de cana-de-açúcar, apenas ocorrendo redução de infestação de *D. saccharalis* com o aumento no teor de fibra das cultivares

Tabela 12.Valores (±EP) de ID% de *Diatraea saccharalis*em colmos de cana-de-açúcar da variedade RB92579 tratados com diferentes doses de Si. Rio Largo-AL, 2015.

Doses de Si (g/dm³)	**ID (%)**
0	46,40 ± 26,52 a
1	34,70 ± 34,71 a
2	21,83 ± 17,90 b
3	11,29 ± 17,02 b
4	9,93 ± 9,67 b
5	13,37 ± 10,16 b
CV (%)	92,96

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As maiores doses de silício apresentaram redução significativa nos danos provocados pela broca da cana-de-açúcar, chegando a ser observado redução de 78,6 % no dano quando comparada a dose de 4 g/dm³ com a testemunha. Keeping e Meyer (2000) estudando o aumento da resistência da cana-de-açúcar a *Eldana Saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) através da aplicação de silicato de cálcio, observaram que as plantas tratadas com silício reduziram significativamente os danos produzidos pela broca e o número de entrenós brocados, além de verificarem que variedades suscetíveis tiveram maior benefício do tratamento com silício.

Entre os benefícios proporcionados pela aplicação de silício está a influência positiva no crescimento e desenvolvimento das plantas. Contudo, favorecimentos significativos não foram observados na produtividade dos colmos de cana-de-açúcar tratados com diferentes doses de Silício (Tabela 13).Resultadosopostos foram encontrados por Demattê et al. (2011) que mencionam que tanto em cana planta como em soqueira a ação da adubação do silicato tem sido positiva quanto a produtividade, porém os mesmos sugerem que esse aumento na produção deve ser a atribuída ao efeito corretivo no solo do que propriamente a ação do silício.

Camargo et al. (2010) estudando absorção de Si, produtividade e incidência da broca comum, verificaram que a produtividade média das cultivares trabalhadas foi superior a 100 t ha^{-1}, com os mesmos considerando esse resultado satisfatório para o ambiente de produção e o solo utilizado. Korndörfer, Pereira, Camargo (2002) mencionam que a adubação com Si pode aumentar a produtividade da cana-de-açúcar em consequência da maior eficiência fotossintética, resistência ao ataque de pragas e doenças e a maior tolerância a falta de água,

sugerindo até que o Si deveria ser incluído na adubação da cultura para garantir a sustentabilidade da produção agrícola.

Tabela 13. Produtividade (±EP) em colmos de cana-de-açúcar da variedade RB92579 tratados com diferentes doses de Si.Rio Largo-AL, 2015.

Doses de Si (g/dm^3)	**Produção ($g\ vaso^{-1}$)**	**Altura (cm)**	**Diâmetro (cm)**	**Nº de entrenós**
0	93,76 ± 33,67 a	45,00 ± 22,68 a	2,61 ± 1,82 a	9,00 ± 4,53 a
1	131,22 ± 27,31 a	46,87 ± 19,63 a	0,80 ± 0,80 a	9,37 ± 3,92 a
2	102,67 ± 39,68 a	36,87 ± 21,03 a	3,03 ± 1,67 a	7,37 ± 4,20 a
3	104,20 ± 37,34 a	40,62 ± 23,82 a	2,01 ± 0,97 a	8,12 ± 4,76 a
4	119,21 ± 45,92 a	48,75 ± 24,02 a	2,31 ± 1,02 a	9,75 ± 4,80 a
5	131,32 ± 24,56 a	66,87 ± 16,46 a	1,90 ± 0,66 a	13,37 ± 3,29 a
Média	113,73	47,5	2,43	9,5
CV (%)	31,21	35,14	31,05	45,13

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O consumo em gramas em cada fragmento de colmo, no ensaio da atratividade com chance de escolha, se correlacionou negativamente com às doses de Si (R^2 = -0,74), apenas 48 horas após a exposição dos fragmentos as lagartas de *D. saccharalis*. Através dessa análise, observa-se que o consumo de fragmentos pela lagarta diminuiu a partir da dose de 2 g/dm^3 de Si. O consumo dos fragmentos de plantas originários da testemunha foi cerca de 2,76 maior que o consumo dos fragmentos provenientes de plantas tratadas com 4 g/dm^3 de Si (Tabela 14).

No ensaio sem chance de escolha, o consumo diminuiu 48 horas após o início do experimento e no maior nível de adubação 5 g/dm^3 de Si (0,29 ± 0,22), sendo esse consumo aproximadamente 2 vezes menor que nos fragmentos provenientes de plantas adubadas com 1 g/dm^3 de Si (0,55 ± 0,10). Já a correlação se mostrou negativa (R^2 = - 0,50). Dessa forma, o consumo de fragmentos de colmos por lagartas de quarto instar de *D. saccharalis* diminuir de formar linear negativa com as doses de Si, para os dois ensaios realizados (Tabela 14)

Esses resultados sugerem que a adubação com Si diminui a palatabilidade dos fragmentos de colmos de cana-de-açúcar às lagartas de *D. saccharalis*, já que Montes, Montes e Raga (2015) mencionam que o aumento da resistência das plantas aos herbívoros pode ser causado pela redução da digestibilidade e/ou aumento da dureza dos tecidos das plantas,

devido a deposição de sílica nas células da epiderme, sendo que constantemente vem sendo mencionada a interação entre fontes de silicato e a broca comum da cana-de-açúcar.

Tabela 14. Média (±EP) do consumo de fragmentos de cana-de-açúcar na variedade RB92579, no ensaio com chance de escolha e sem chance de escolha, em consequência das doses de silício.

Doses de Si (g/dm³)	**Consumo (g)**			
	Com chance de escolha		**Sem chance de escolha**	
	24 horas	**48 horas**	**24 horas**	**48 horas**
0	0,20 ± 0,13 a	0,47 ± 0,34 a	0,28 ± 0,04 a	0,44 ± 0,05 a
1	0,20 ± 0,02 a	0,35 ± 0,09 a	0,33 ± 0,06 a	0,55 ± 0,10 a
2	0,12 ± 0,02 a	0,21 ± 0,01 b	0,26 ± 0,01 a	0,43 ± 0,03 a
3	0,11 ± 0,02 a	0,19 ± 0,01 b	0,30 ± 0,02 a	0,51 ± 0,10 a
4	0,13 ± 0,09 a	0,17 ± 0,10 b	0,30 ± 0,16 a	0,49 ± 0,21 a
5	0,14 ± 0,03 a	0,26 ± 0,06 b	0,19 ± 0,18 a	0,29 ± 0,22 b
C.V. (%)	44,66	55,46	36,58	30,72
F	1,78 ns	3,25*	1,30 ns	2,57*
R^2	- 0,69	- 0,74	- 0,55	- 0,50

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.4 CONCLUSÃO

A aplicação de silício em condições de casa de vegetação, contribui para a redução da ID% provocado por *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. O fornecimento de silício não influencia a produtividade. A adubação silicatada reduz o consumo de fragmentos do colmo em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS

ARAUJO JÚNIOR, J.V. A**valiação de variedades RB (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas.** 2008. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2008.

CAMARGO, M.S. et al. Absorção de silício, produtividade e incidência de diatraea saccharalis em cultivares de cana-de-açúcar. **Bragantia,** Campinas, v. 69, n. 4, p937-944, 2010

DEMATTÊ,J.L.L. et al. Uso de silicatos em cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas,** Piracicaba, n.133, p.7-12, 2011.

GALLO, D. et al.**Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, v.10, 2002, 920p.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Increased resistance of sugarcane to Eldana saccharina Walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application. **Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists Association,** n. 74, p. 221-222, 2000.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 21, n. 2, p. 34-37, dez. 2002.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3º ed. Uberlândia: GPSi, 2004. 23p.

LAING, M.D.; GATARAYIHA, M.C.; ADANDONON, A. Silicon use for pest control in agriculture: a review. **Proceedings Suoth African Sugar Technologists Association,** v.80, p.278-286, 2006.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** 2ºed. São Paulo, Ícone, 1991. 336.p

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Aplicação do regulador de crescimento de insetos (IRG) visando o controle de lagartas de *Diatraea saccharalis*(Fabricius, 1794). **Brasil açucareiro**, v.104, p.30-35, 1986.

MACEDO, N. et al. Manejo de Pragas e Namatoides. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologia e Perspectivas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 119-159.

MARAFON, A.C.; ENDRES, L. A. Adubação silicatada em cana-de-açúcar. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 46p., ISSN 1517-1329.

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, Diatraea spp. (Lepidoptera: Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.) **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.51-82.

MONTES, R.M.; MONTES, S.M.N.M.; RAGA, A. O uso do silício no manejo de pragas. São Paulo: **Instituto Biológico**, 2015. 13p. ISSN 1983-134X.

NERI, D.K.P.; MARAES, J.C.; GAVINO, M.A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciênc. Agrotec.,** Lavras, v.29, n.6, p.1167-1174, 2005.

VILELA, M. et al. Induced resistance to *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) via silicone application in sugarcane. **Revista Colombiana de Entomologia,** v.40, n.1, p.44-48, 2014.

Efeito do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae)sobre formas jovens de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)

RESUMO

O fungo *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) se caracteriza por atacar um grande número de espécies de insetos. Amplamente distribuído na natureza, pode ser encontrado facilmente em áreas de cultivo da cana-de-açúcar, onde sobrevive por longos períodos. É patogênico à broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis*(Fabricius), que é considerada como uma das principais pragas que atingem esta cultura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi testar o isolado (Instituto Biológico) IBCB 425 do fungo *M. anisopliae* sobre ovos, lagartas e pupas de *D. saccharalis,* em condições de laboratório. Para isso ovos e lagartas de *D. saccharalis* foram pulverizados com de 0,5 x 10^7; 1 x 10^7; 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1} e organizados em delineamento inteiramente casualizado. Para cada tratamento foram utilizadas 10 repetições e as avaliações foram realizadas diariamente por um período de 15 dias. Para verificar o efeito do fungo sobre ovos da broca, posturas de 24, 48 e 72 horas de idade foram pulverizadas com as mesmas concentrações utilizadas no experimento da fase larval. As médias relacionadas aos dados obtidos nos testes de patogenicidade, foram submetidas à analise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. De uma maneira geral o fungo apresenta atividade patogênica a *D. saccharalis* nas concentrações de 1,0 x 10^7, 1,5 x 10^7e 2,0 x 10^7 conídeos g^{-1}, já que demostraram resultados significativos as formas imaturas da broca, o que evidencia que esse fungo poderá ser utilizado no Manejo Integrado de *D. saccharalis*.

Palavras-chave: Controle biológico, Cana-de-açúcar, Fungo entomopagênico, Manejo integrado de pragas.

Effect of the fungus *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) on immature forms *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae)

ABSTRACT

The fungus *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) is characterized by attacking a large number of species of insects. Widely distributed in nature, can be easily found in areas of the sugar cane cultivation, where survive for long periods, being a pathogenic to drill bit of sugar-cane *Diatraea saccharalis* (Fabricius), which is regarded as one of the main pests that affect this culture. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of isolate IBCB 425 the fungus *M. Anisopliae* on eggs, larvae and pupae of *D. Saccharalis,* in laboratory conditions. For this reason eggs and caterpillars *Saccharalis* were sprayed with 0.5 x 10^7; 1 x 10^7; 1.5 x 10^7 and 2.0 x 10^7 conidia g^{-1} and arranged in a completely randomized design. For each treatment were used 10 repitições and the evaluations were performed daily for a period of 15 days. To verify the effect of the fungus on eggs of the drill, postures of 24, 48 and 72 hours of age were sprayed with the same concentrations used in the experiment of the larval phase. The averages related to data obtained in tests of pathogenicity, were submitted to analysis of variance (ANOVA) and compared by the Scott-Knott test at 5%. In a general way the fungus presents pathogenic activity the *D. Saccharalis* in concentrations of 1.0 x 10^7; 1.5 x 10^7 and 2.0 x 10^7 conidia g^{-1}, already who demonstrated significant results the immature forms of the drill, which reveals that this fungus have the potential to be used in the Integrated Management of *D. Saccharalis*.

Keywords: biological control, Sugar cane, Fungus entomopagênico, Integrated pest management.

5.1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente 85 espécies de insetos estão assinaladas como causadores de danos à lavoura de cana-de-açúcar canavieira no Brasil. Dentre estas, a broca comum, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) é uma das mais importantes. As lagartas de *D. saccharalis*(Fabricius) e *D. flavipennella* (Box), quando atacam as canas novas, causam os conhecidos "corações mortos". Em cana adulta, ocorre perda de peso, brotação lateral, quebra e atrofiamento de entrenós (MENDONÇA et al. 1996; MACEDO et al. 2010).

Estes mesmos autores mencionam que a penetração de fungos *Fusarium moniliforme* Sheldon e/ ou *Colletotrichum falcatum* Went nas galerias abertas pela broca ocasiona podridão vermelha, que determina a inversão da sacarose, diminuição da pureza do caldo, aumento de gomas e contaminantes, reduzindo o rendimento industrial. Dinardo-Miranda et al. (2013) estudando a reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo, perceberam que em média, para as cultivares estudadas, a infestação da broca reduz a produtividade em cerca de 10%.

O controle biológico tem sido utilizado como base do manejo integrado da broca da cana, através principalmente da criação e liberação de parasitoides larvais, com destaque para a *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae). Este tem sido utilizado para conter ou minimizar os danos causados pelo complexo das espécies de *Diatraea* existentes na America do Sul (MENDONÇA et al.1996).

No entanto, o aumento na produção dos parasitoides *C. flavipes* não tem conseguido acompanhar o aumento da expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil (ZAPPELINI et al. 2010). Outras medidas de controle da broca comum podem ser adotadas, sendo em geral utilizada o Manejo Integrado de Pragas (SOUZA et al. 2014). Nesse contexto a utilização de fungos entomopatogênicos pode ser uma alternativa para incrementar o manejo das espécies de *Diatraea* spp. (VALENTE, et al. 2014).

Os fungos são patógenos de largo espectro e podem infectar diferentes estágios de desenvolvimento dos hospedeiros. Atuam basicamente por contato, especialização na penetração via tegumento, o que os colocam em vantagem quando comparados com outros grupos de patógenos que só invadem o inseto por via oral e até mesmo em relação aos parasitoides e predadores (ALVES, LOPES, LEITE, 2005).

O fungo *Meterhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) se caracteriza por atacar um grande número de espécies de insetos.

Amplamente distribuído na natureza, pode ser encontrado facilmente em áreas de cultivo da cana-de-açúcar, onde sobrevive por longos períodos (ALVES, LOPES, LEITE, 2005). Estudos com isolados de *M. anisopliae* demostram patogenicidade a ovos e larvas de *D. saccharalis* (ZAPPELINI et al. 2010; VALENTE et al. 2014).

Hayashida et al. (2014) trabalhando com isolados de *M. anisoplia* para o controle de *D. saccharalis* perceberam que o fungo causou mortalidade de lagartas e pupas, concluindo que os isolados trabalhados pelos autores podem ser utilizados para o controle de *D. saccharalis*, o que contribuiria para o manejo integrado da praga. Assim, Zappelini et al. (2010) destacam que a utilização de fungos entomopatogênicos, incrementará o controle biológico da broca da cana-de-açúcar, contribuindo para baixo uso de agrotóxicos para o controle de *D. saccharalis.*

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo testar isolado do Instituto Biológico IBCB 425 do fungo *M. anisopliae* sobre ovos, lagartas e pupas de *D. saccharalis,* em condições de laboratório.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Artrópodes (LECOM)/CECA/UFAL. Os ovos e lagartas de *D. saccharalis* utilizados nos experimentos foram cedidos de uma criação de *D. saccharalis* da empresa Fitoagro – Controle Biológico, localizada em Maceió, criadas em dieta artificial proposta por Hensley e Hammond, (1968) modificada. A dieta foi constituída basicamente de farelo de soja, germe de trigo, açúcares, sais de Wesson, ácido ascórbico, solução vitamínica e antibióticos.

O isolado IBCB 425 de *M. anisopliae* foi proveniente da empresa Fitoagro – Controle Biológico, localizada em Maceió. O fungo foi produzido em arroz com concentração de 1,4 x 10^9 conídios g^{-1}, o qual foi mensurado mediante a quantificação em câmara de Neubauer com auxílio de um microscópico óptico. A viabilidade foi determinada através da contagem de conídios germinados e não germinados em microscópio óptico, 24 horas após o plaqueamento de 0,1 mL da suspensão em BDA + A.

Posteriormente as concentrações foram padronizadas mediante a adição de água mais espalhante adesivo Tween® a 0,01% em 0,5 x 10^7, 1 x 10^7, 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1}, com viabilidade acima de 95%e usadas para pulverizar as lagartas, formando assim os tratamentos. A testemunha foi pulverizada com água destilada esterilizada mais espalhante

adesivo Tween® 80 a 0,01%. Foram utilizadas lagartas de 3º instar, sendo que as mesmas foram separadas dos fracos com dieta e colocadas em grupos de 5 lagartas em arenas de plástico (7,7 cm de diâmetros por 6 cm de altura), forradas ao fundo com camada dupla de papel-filtro.

Para cada tratamento foi utilizado 10 repetições, totalizando 50 lagartas por tratamentos, as quais foram umedecidas com a solução do fungo utilizando-se de micropipeta Pipetman de 100 µL, adicionando 1,0 mL de cada suspensão. Posteriormente os tratamentos foram acondicionados em câmara BOD [(25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR)e fotófase de 12 horas)]. As avaliações foram realizadas diariamente por um período de 15 dias. Para confirmar a mortalidade causada pelo fungo entomopatogênico, cada inseto morto foi transferido para novos recipientes com algodão hidrófilo levemente umedecido com água destilada esterilizada e mantidos em BOD, formado uma câmara úmida, com a finalidade de proporcionar a saída do fungo pelo tegumento do inseto (Figura 14).

Figura 14.(A) Recipiente com lagarta de *Diatraeas*accharalis morta por ação do fungo; (B) Lagarta de *Diatraeasaccharalis* apresentando o crescimento do patógeno.

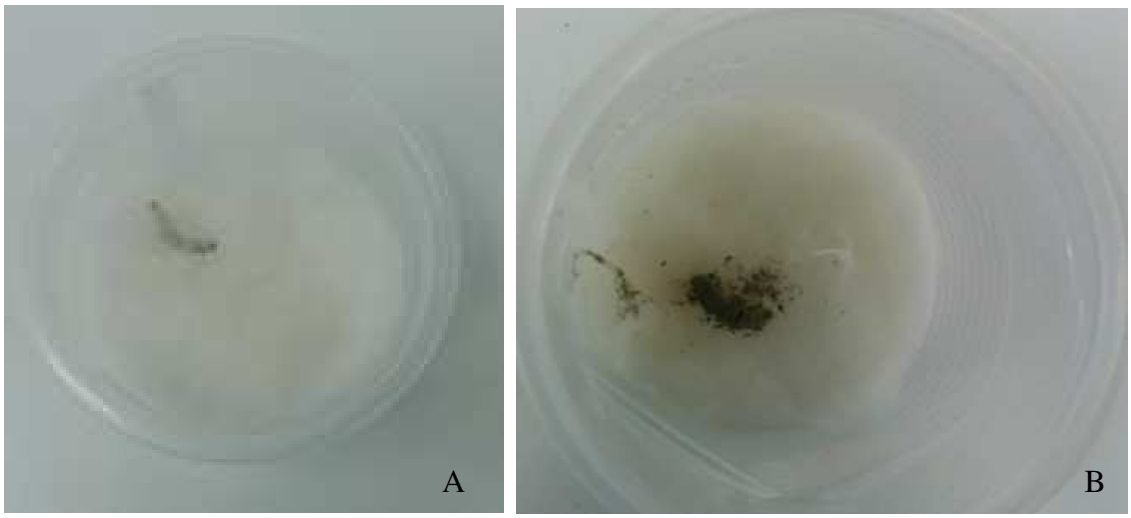


Foto: Autor.

Posturas de 24, 48 e 72 horas de idade foram pulverizadas com 100 µL de suspensões fúngicas utilizadas para o teste de patogenicidade em placas de células de acrílico com o auxílio de uma micropipeta. Os experimentos constaram de quatro repetições, sendo cada uma composta por uma postura com aproximadamente 30 ovos da broca comum da cana. Após a pulverização as caixas de acrílico foram mantidas em câmara B.O.D. [(25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR)e fotófase de 12 horas)]. Foram feitas avaliações diárias, com auxílio de um microscópio

estereoscópico binocular para a observação da infecção dos ovos e eclosão das lagartas (Figura 15).

Figura 15.(A) Inoculação do fungos em massa de ovos de *Diatraea saccharalis*; (B) Observação de massa de de ovos 24 horas após a inoculação do fungo.

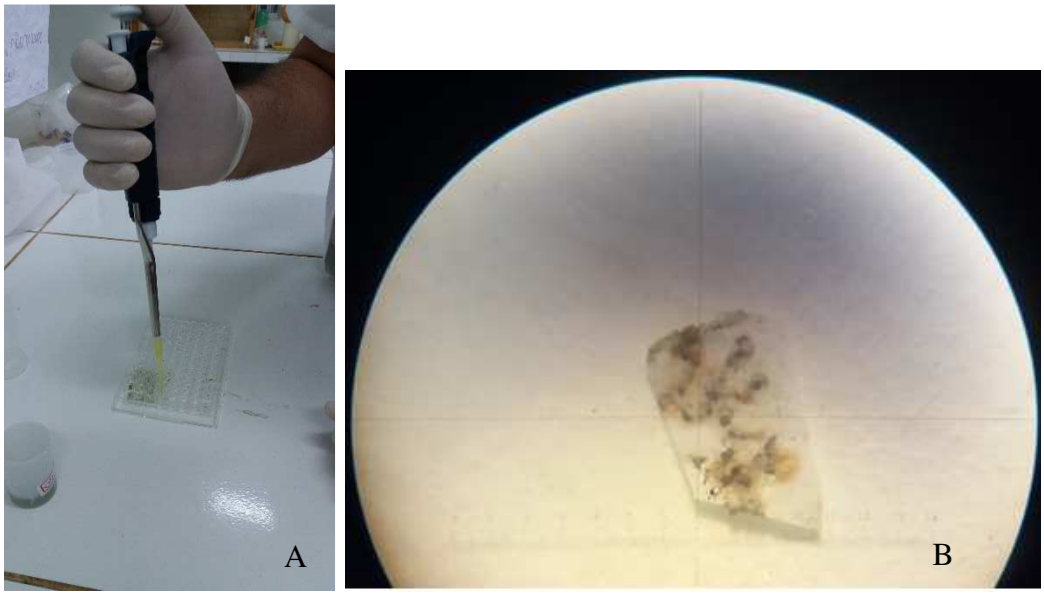


Foto: Autor, 2015.

Foram avaliadas mortalidade de lagartas e pupas, pupação e emergência de adultos de *D. saccharalis*. As médias relacionadas aos dados obtidos nos testes de patogenicidade, foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de teste de Scott-Knott a 5% de significância com auxílio do programa Assistat.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes concentrações de *M. anisopliae* testados sobre ovos de *D. saccharalis* possibilitou verificar que o isolado é patogênico, uma vez que inibiram a eclosão larval com 48 e 72 horas após a infecção independente da concentração estudada. Tal inibição a eclosão já foi percebida 48 horas após a infecção, não sendo registrada inibição 24 horas após a aplicação do fungo (Tabela 15).

No teste com 72 horas após a infecção com *M. anisopliae* os ovos tratados com a dose de 2,0 x 10^7 conídios g^{-1}, apresentaram 5,43 ± 2,34 % de eclosão larval, diferindo da testemunha, que apresentou praticamente o dobro no valor de larvas eclodidas (Tabela 15).

Tais resultados evidenciam que ovos tratados com o fungo patogênico *M. anisopliae* promovem infecção em ovos de *D. saccharalis*.

Valente et al. (2014) estudando o efeito de fungos entomopatogênicos sobre formas imaturas de *D. flavipennella* verificaram que isolados de *M. anisopliae* testados no trabalho apresentaram 100% de infecção sobre ovos de 24 e 48 horas de idade e variação de 60 a 100% sobre ovos de 72 horas de idade. Os autores destacam ainda que o isolado (Universidade Rural Federal de Pernambuco) URPE-11 apresentou 100% de infecção mesmo quando analisado ovos com 72 horas de idade.

Tabela 15. Porcentagem de eclosão de ovos de *Diatraea saccharalis* tratados com diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium anisopliae.* Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas. Rio Largo, AL, 2015.

Concentrações (conídios g^{-1})	**Eclosão de ovos 24 após a infecção (%)**	**Eclosão de ovos 48 após a infecção (%)**	**Eclosão de ovos 72 após a infecção (%)**
Testemunha	5,72 ± 0,35 a	7,22 ± 0,52 a	9,70 ± 0,77 a
0,5 x 10^7	5,10 ± 0,65 a	5,23 ± 0,67 b	6,96 ± 1,22 b
1,0 x 10^7	4,44 ± 1,08 a	4,48 ± 1,04 b	5,83 ± 2,20 b
1,5 x 10^7	4,78 ± 0,46 a	4,84 ± 0,52 b	6,95 ± 1,04 b
2,0 x 10^7	4,10 ± 0,99 a	4,17 ± 1,06 b	5,43 ± 2,34 b
CV (%)	15,87	15,48	23,40

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x + 10}$ para análise estatística.

A aplicação de *M. anisopliae* afetou o desenvolvimento larval de *D. saccharalis,* o que é de suma importância para os produtores de cana-de-açúcar, visto que o fungo entomopatogênico citado já vem sendo produzido e utilizado no controle de cigarrinhas da cana-de-açúcar, *Mahanarva* spp. (Hemiptera: Cercopidae), sendo uma alternativa no manejo fitossanitário da broca comum da cana-de-açúcar. As concentrações de 1,0 x 10^7, 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1} se mostraram eficientes no mortalidade da larval da broca, apresentando resultados superiores a dose de 0,5 x 10^{-7} conídeos g^{-1} e o tratamento controle que chegou apresentar valores duas vezes inferior (Tabela 16).

Hayashida et al. (2014) estudando isolados de *M. anisopliae* para o controle de *D. saccharalis* já tinha mencionado que o referido fungo apresenta atividade patogênica sobre lagartas de *D. saccharalis* em condições de laboratório. Trabalhando com isolado IBCB 66 de

Beauveria bassiana [(Balsamo) Vuillemin1912]em condições de laboratório Wenzel, Giometti e Almeida (2006) verificaram que o fungo foi patogênico a broca da cana-de-açúcar em todas concentrações avaliada.

A porcentagem de lagartas que conseguiram chegar ao estádio de pupas foi significativamente maior na testemunha (9,32 ± 1,61). As lagartas que foram tratadas com as concentrações de 1,0 x 10^7; 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1} foram as que apresentaram os menores valores de pupação, sendo estatisticamente semelhantes e apresentando valores entre 5,39 e 6,30% (Tabela 16).Oliveira et al. (2008) verificaram interferência no período pupal de *D. saccharalis* tratados com concentrações de 10^5 conídios mL^{-1}, além de ter reduzido a população em 34,2% pela mortalidade de lagartas, que não conseguiram atingir o estágio de pupa.

Tabela 16. Efeito de diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium anisopliae* sobre o desenvolvimento de *Diatraea saccharalis.* Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas. Rio Largo, AL, 2015.

Concentrações (conídios g^{-1})	**Mortalidade de lagartas (%)**	**Pupação (%)**	**Mortalidade confirmada (%)**	**Emergência de adultos (%)**
Testemunha	3,62 ± 0,97 c	9,32 ± 1,61 a	3,16 ± 0,00 b	9,32 ± 0,37 a
0,5 x 10^{-7}	5,83 ± 1,99 b	7,47 ± 1,66 b	4,60 ± 1,75 b	7,41 ± 1,81 b
1,0 x 10^{-7}	7,75 ± 2,15 a	6,30 ± 2,02 c	6,67 ± 1,96 a	7,67 ± 1,84 b
1,5 x 10^{-7}	8,29 ± 1,68 a	5,95 ± 1,89 c	6,70 ± 2,35 a	7,57 ± 1,69 b
2,0 x 10^{-7}	7,46 ± 2,77 a	5,39 ± 2,15 c	6,99 ± 1,86 a	7,73 ± 1,54 b
CV (%)	30,42	27,25	31,72	19,59

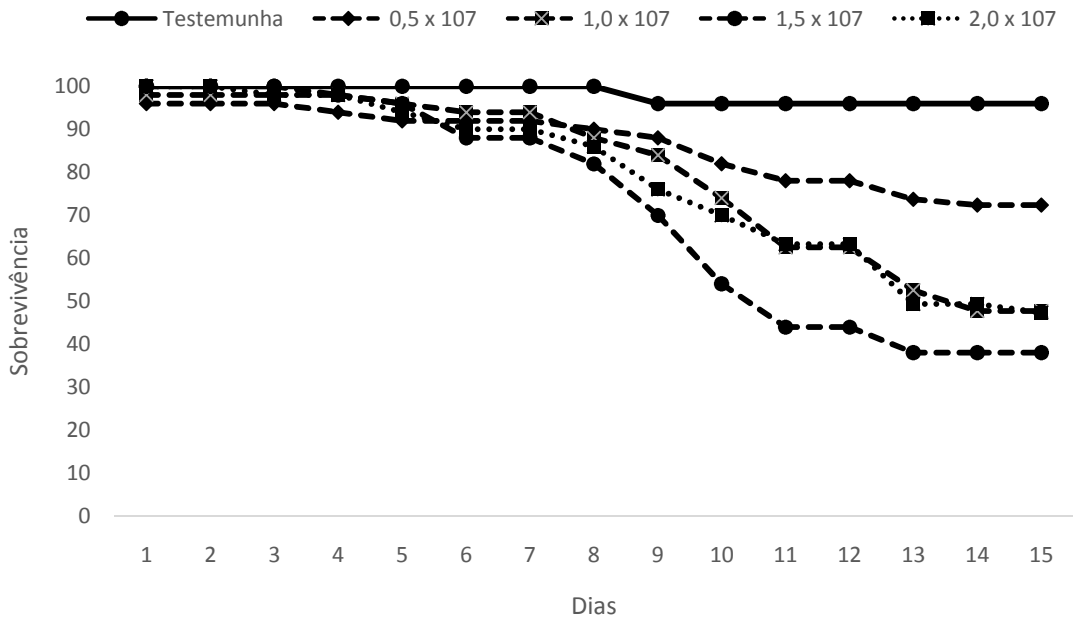
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x + 10}$ para análise estatística.

Os resultados gerados pelas mortalidades confirmadas das diferentes concentrações do fungo *M. anisopliae* evidenciam que as concentrações de 1,0 x 10^7, 1,5 x 10^7 e 2,0 x 10^7 apresentam maior patogenicidade à broca da cana-de-açúcar quando comparada com as dose de 0,5 x 10^7 e a testemunha (Tabela 16).Zappeline et al. (2010) verificou que o isolado utilizado nesse trabalho o IBCB 425 na concentração de 5 x 10^8 conídios/mL é capaz de causar mortalidade significativa em lagartas de *D. saccharalis.*Oliveira et al. (2008) evidenciam que até doses subletais, comprometem características determinantes para o sucesso da broca como praga, tais como longevidade, fecundidade e viabilidade de ovos.

Com relação a emergência dos adultos de *D. saccharalis* foi observado diferenças significativas, com o tratamento controle apresentando um número maior de emergência de adultos de *D. saccharalis* (Tabela 16). Resultados semelhantes foram observados por Hayashida et al. (2014) que perceberam que a emergência dos adultos da broca foi de 87,02 % na testemunha, sendo que os valores diminuíam para valores entre 35,20 a 52,80% quando a praga era tratada com isolado UFGD.

De maneira geral a aplicação de *M. anisopliae* afeta à sobrevivência das lagartas tratadas, a testemunha apresentou taxa de sobrevivência de 96,0%, enquanto nas lagartas tratadas com concentrações de 1,0 x 10^7; 1,5 x 10^7e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1} apresentaram valores entre 38,7 a 47,3% de taxa de sobrevivência (Figura 16). Valente et al. (2014) relata diferença significativas para a sobrevivência média entre todos os isolados testados e a testemunha, sendo que os autores mencionam que os isolados ESALQ 447 de *B. bassiana* e o ESALQ 1189 de *M. anisopliae* se mostram mais virulentos.

Figura 16. Sobrevivência de lagartas de *Diatraea Saccharalis* tratadas com diferentes concentrações do isolado IBCB 425 de *Metarhizium Anisopliae.* Temperatura 25 ± 2º C, 70 ± 10 % (UR) e fotófase de 12 horas. Rio Largo, AL, 2015.



O fungo*M. anisopliae* foi patogênico à broca da cana-de-açúcar em todas as concentrações avaliadas, com a mortalidade aumentando com o tempo e com as concentrações (Figura 16). Resultados semelhantes foram obtidos por Wenzel, Giometti e

Almeida (2006) estudando a patogenicidade do isolado IBCB 66 de *Beauveria bassiana* no controle de *D. saccharalis.*

5.4 CONCLUSÃO

Isolado IBCB 425 do fungo *M. anisopliae* apresenta atividade patogênica a *D. saccharalis* nas concentrações de 1,0 x 10^7, 1,5 x 10^7e 2,0 x 10^7 conídios g^{-1} em condições de laboratório. Dessa forma, esse fungo têm potencial para a utilização em programas de Manejo Integrado de *D. saccharalis*, além de ser economicamente viável, já que o mesmo é amplamente utilizado no controle das cigarrinhas da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; LEITE, L.G. Entomopatógenos de cigarrinhas da cana-de-açúcar e das pastagens. In: MENDONÇA, A.F. (Ed.)**Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico**. Maceió: INSECTA, 2005. P. p.243-267.

DINARDO-MIRNDA, L.L. et al. Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.1, p.29-34, 2013.

HAYASHIDA, E.K. et al. Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para controle de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). **EntomoBrasilis**, Vassouras,v.7, n.1, p.20-23, 2014.

HENSLEY, S.D; HAMMOND, A.H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology,** v.61, n.6, p.1742-1743, 1968.

MACEDO, N. et al.. Manejo de Pragas e Namatoides.In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologia e Perspectivas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 119-159.

MENDONÇA, A.F. et al. As brocas da cana-de-açúcar, Diatraea spp. (Lepidoptera: Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.) **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.51-82.

OLIVEIRA, M.A.P. et al. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences,** Maringá, v.30, n.2, p.219-224, 2008.

SOUZA, J.R. et al. Preferência de Cotesia flavipes (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) por lagartas de Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)

alimentadas com diferentes cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.6, p. 916-923, 2014.

VALENTE, E.C.N. et al. Efeito de fungos entomopatogênicos sobre formas imaturas de *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Brasileira de Agroecologia,** v.9, n.1, p.248-258, 2014.

WENZEL, I.M.; GIOMETTI, F.H.C.; ALMEIDA, J.E.M. Patogenicidade do isolado IBCB 66 de *Beauveria bassiana* à broca da cana-de-açúcar em condições de latoboratório. **Arquivos do Instituto Biologico,** São Paulo, v.7, n.32, p.259-261, 2006.

ZAPPELINI, L.O. et al. Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.75-82, 2010.