



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

CAMPUS LUIZ MENEGHEL

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GABRIELE DO PRADO BORGES

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)
(Lepidoptera: Crambidae) CRIADAS EM DIETA ARTIFICIAL
CONTENDO DIFERENTES FONTES PROTEICAS**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2020

GABRIELE DO PRADO BORGES

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)
(Lepidoptera: Crambidae) CRIADAS EM DIETA ARTIFICIAL
CONTENDO DIFERENTES FONTES PROTEICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jael Simões Santos Rando
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Laila Herta Mihsfeldt

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2020

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

d732a do Prado Borges, Gabriele
Aspectos biológicos de *Diatraea saccharalis*
(Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) criadas
em dieta artificial contendo diferentes fontes
proteicas / Gabriele do Prado Borges; orientadora
Jael Simões Santos Rando; co-orientadora Laila Herta
Mihsfeldt - Bandeirantes, 2020.
48 p. :il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2020.

1. Broca-da-cana-de-açúcar. 2. Criação massal. 3.
Proteínas. 4. Nutrição. I. Simões Santos Rando, Jael,
orient. II. Herta Mihsfeldt, Laila, co-orient. III.
Título.

GABRIELE DO PRADO BORGES

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)
(Lepidoptera: Crambidae) CRIADAS EM DIETA ARTIFICIAL CONTENDO
DIFERENTES FONTES PROTEICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz
Meneghel.

Aprovada em: 30/10/2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Jael Simões Santos Rando

UENP/CLM/

Prof^a. Dr^a. Viviane Sandra Alves

UENP/CCP

Prof^a. Dr^a. Gabriela Vieira Silva

UENP/CLM

Prof^a. Dr^a. Jael Simões Santos Rando
Orientadora

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

AGRADECIMENTOS

Primeiro de tudo, gostaria de agradecer a Deus pela vida, por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade e paciência para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades encontradas durante o caminho.

Agradeço aos meus pais Valdir de Padua Borges e Eliana do Prado Borges e a minha irmã Beatriz do Prado Borges, por entenderem que mesmo com a distância, eles sempre estiveram presentes em meu pensamento, sempre me motivaram, entenderam as minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão e me mostraram o quanto era importante estudar, mesmo não tendo eles a mesma oportunidade no passado.

Agradeço ao meu noivo e futuro esposo, Rodrigo Alves Fontolan, com quem eu sei que passarei por muitos e muitos momentos de felicidade como essa, e que é a pessoa que Deus escolheu para ser meu companheiro nas horas boas e ruins, que me dá forças e ânimo nos piores momentos, e lutou comigo nesse tempo de ocorrência do projeto.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Jael Simões Santos Rando, que tive a honra de ser orientada, agradeço pela paciência, amizade e conhecimento passado, levarei comigo todo esse aprendizado.

A minha co-orientadora e grande amiga Prof^a. Dr^a. Laila Herta Mihsfeldt por fazer parte do meu projeto de mestrado me ensinando desde o começo sobre tudo que eu precisava para realizar este projeto, pelas nossas conversas, pela amizade e parceria, por todos os sábados, domingos e feriados que passamos dentro do laboratório e por todo aprendizado adquirido, sou eternamente grata.

A Valdinéia de Fátima Ramos Ferreira, auxiliar do laboratório entomológico da Usina Bandeirantes (Usiban) de Bandeirantes-PR, pelo material cedido para a realização desse projeto, sem essa doação não seria possível a realização do mesmo.

A Lúcia Aparecida de Carvalho, coordenadora do laboratório de criação de insetos da Usina São Luiz de Ourinhos-SP, pelo material concedido para a realização da parte final desse projeto, sem essa parceria não seria possível a realização do mesmo.

A Prof^a Me. Maria Aparecida Valério (*In memoriam*), pela ajuda e colaboração nas análises estatísticas do trabalho.

BORGES, Gabriele do Prado. **Aspectos biológicos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) criadas em dieta artificial contendo diferentes fontes proteicas.** 2020. 48 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR, 2020.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo testar diferentes fontes proteicas em dietas artificiais para a criação da *Diatraea saccharalis*. O experimento foi conduzido nos laboratórios de Entomologia-Nematologia e de Insetos Pragas do Campus Luiz Meneghel, da Universidade Estadual do Norte do Paraná. Foram avaliadas como fonte proteica as farinhas de aveia, batata doce, fubá mimoso, linhaça, arroz, milho grossa, canjiquinha, flocão de milho e batatas doces *in natura*, nas cores laranja, branca, roxa e comum. Tendo em vista o grande número de tratamentos, o experimento foi dividido em etapas da seguinte forma: Etapa 1: Foram avaliadas as fontes de proteína acima citadas divididas em três lotes de ensaios (1a, 1b e 1c). Para tanto, cinco lagartas recém eclodidas foram acondicionadas em tubos de vidro de fundo chato (40 por dieta). Ao fim do período larval as pupas foram individualizadas em copos plásticos de 50 mL e após 24h foram pesadas e separadas por sexo. Na Etapa 1a, 1b e 1c foram avaliadas: duração do período larval e pupal, peso e sexagem de pupas, número de pupas e adultos formados, viabilidade larval e pupal. Etapa 2: comparou-se o desenvolvimento de *D. saccharalis* alimentada com uma dieta padrão (utilizada em biofábrica) com a dieta de farinha de aveia que apresentou o melhor desempenho na Etapa 1. Cinco lagartas recém eclodidas foram acondicionadas em tubos de vidro de fundo chato (40 por dieta), após a fase pupal foram formados 30 casais de adultos de cada uma das duas dietas para coleta e contagem diária dos ovos até a morte dos adultos, avaliando a longevidade de adultos e número total de ovos por fêmea de *D. saccharalis*. Na Etapa 1a foram obtidos o maior número de pupas e conseqüentemente a maior viabilidade larval para os insetos alimentados com a farinha de aveia e de batata doce. Na Etapa 1b, a farinha de aveia continuou apresentando menor duração do período larval e pupal e na Etapa 1c, a batata doce branca apresentou menor duração do período larval e pupal e maior viabilidade larval. Na Etapa 2, a farinha de aveia apresentou menor duração do período larval e a dieta proveniente da Usina B apresentou menor duração do período pupal. Na dieta contendo farinha de aveia o tratamento sem alimento obteve maior longevidade dos adultos. A fonte proteica que apresentou melhor resposta aos parâmetros biológicos de *D. saccharalis* foi a farinha de aveia.

Palavras-chave: Broca da cana-de-açúcar. Criação massal. Proteínas. Nutrição. Farinha de aveia.

BORGES, Gabriele do Prado. **Biological aspects of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) bred on an artificial diet containing diferente protein sources**. 2020. 48 p. Master's thesis in Agronomy – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR, 2020.

ABSTRACT

This work aimed to test different protein sources in artificial diets for the creation of *Diatraea saccharalis*. The experiment was conducted in the Entomology-Nematology and Insect Pests laboratories of the Luiz Meneghel Campus, of the State University of Northern Paraná. Oatmeal, sweet potato, fubá mimoso, flaxseed, rice, thick corn, canjiquinha, corn flakes and sweet potatoes in natura, in the colors orange, white, purple and common, were evaluated as protein source. In view of the large number of treatments, the experiment was divided into stages as follows: Stage 1: The above-mentioned protein sources were evaluated and divided into three lots of tests (1a, 1b and 1c). For this purpose, five newly hatched caterpillars were packed in flat bottom glass tubes (40 per diet). At the end of the larval period the pupae were individualized in plastic glasses of 50 mL and after 24h were weighed and separated by sex. In Stage 1a, 1b and 1c were evaluated: length of the larval and pupal period, weight and sexing of pupae, number of pupae and adults formed, larval and pupal viability. Stage 2: we compared the development of *D. saccharalis* fed a standard diet (used in biofactory) with the oatmeal diet that performed best in Stage 1. Five newly hatched caterpillars were packed in flat bottom glass tubes (40 per diet), after the pupal phase 30 adult couples were formed from each of the two diets for collection and daily egg counts until the death of the adults, evaluating the longevity of adults and total number of eggs per female of *D. saccharalis*. In Stage 1a the highest number of pupae were obtained and consequently the highest larval viability for insects fed with oatmeal and sweet potato flour. In Stage 1b, the oatmeal continued to show shorter duration of the larval and pupal period and in Stage 1c, the white sweet potato showed shorter duration of the larval and pupal period and higher larval viability. In Stage 2, the oatmeal showed lower duration of the larval period and the diet from Plant B showed lower duration of the pupal period. In the diet containing oatmeal the treatment without food obtained greater longevity of adults. The protein source that showed better response to biological parameters of *D. saccharalis* was oatmeal.

Keywords: Sugarcane borer. Massal creation. Proteins. Nutrition. Oatmeal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tubo de vidro de fundo chato contendo dieta com cinco lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> inoculadas.	21
Figura 2 - Fubá mimoso e farinhas de batata doce, linhaça, aveia e arroz usadas no preparo das dietas de <i>Diatraea saccharalis</i>	22
Figura 3 - Farinhas de milho flocada (Kimilho flocão Yoky ®); milho grossa (Yô-Yô®) usadas no preparo das dietas de <i>Diatraea saccharalis</i>	22
Figura 4 - Aspecto das batatas doces in natura usadas no preparo da dieta de <i>Diatraea saccharalis</i> , onde A: batata doce de polpa laranja, B: batata doce de polpa roxa, C: batata doce comum de casca roxa e D: batata doce comum branca.	23
Figura 5 – A) Solução de mel de escuro a 10% (à esquerda) e solução de mel claro a 10% (à direita). B) Frascos de vidro contendo mel escuro (à esquerda) e mel claro (à direita).	26
Figura 6 - Peso de pupas (g) de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dietas à base de farinhas de aveia, batata doce, de milho e flocão - Etapa 1b.	30
Figura 7 - Peso de pupas (g) de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dietas à base de batata doce laranja, roxa, comum e branca - Etapa 1c.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição da dieta artificial adaptada por Parra e Mihsfeldt (1992) para alimentação de lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i>	20
Tabela 2 - Fontes proteicas utilizadas no preparo de dietas para a criação de <i>Diatraea saccharalis</i> e parâmetros biológicos dos insetos avaliados.	24
Tabela 3 - Composição da dieta artificial usada pelo laboratório de criação de <i>Diatraea saccharalis</i> da Usina B.	25
Tabela 4 - Duração do período larval (dias) (médias +DP) e número de pupas de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada com quatro dietas contendo diferentes farinhas como fontes proteicas - Etapa 1a.	27
Tabela 5 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada com quatro dietas contendo diferentes farinhas como fontes proteicas - Etapa 1b.	29
Tabela 6 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em quatro dietas contendo batatas doces in natura - Etapa 1c.	31
Tabela 7 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B- Etapa 2.	33
Tabela 8 - Longevidade de machos (dias) de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.	33
Tabela 9 - Longevidade de fêmeas (dias) de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.	34
Tabela 10 - Número total de ovos por fêmea de <i>Diatraea saccharalis</i> alimentada em dieta contendo farinha de aveia como fonte proteica e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.	35
Tabela 11 - Preço por quilograma dos componentes da dieta contendo farinha de aveia como fonte proteica utilizada para criação de <i>Diatraea saccharalis</i>	36
Tabela 12 - Preço por quilograma e mililitro dos componentes da dieta formulada pela Usina B utilizada para criação de <i>Diatraea saccharalis</i>	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Cana-de-açúcar no Brasil: Histórico e características	12
2.2 Biologia de <i>Diatraea saccharalis</i>	12
2.3 Sintomas e prejuízos causados por <i>D. saccharalis</i>	13
2.4 Controle biológico no manejo integrado de <i>D. saccharalis</i>	14
2.5 Dietas artificiais: Características e componentes	15
2.5.1 Tipos de dietas artificiais para <i>D. saccharalis</i>	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Preparo das dietas e inoculação das lagartas nos tubos de vidro	20
3.2 Etapa 1a	21
3.3 Etapa 1b	22
3.4 Etapa 1c	23
3.5 Etapa 2	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Etapa 1a	27
4.2 Etapa 1b	28
4.3 Etapa 1c	30
4.4 Etapa 2	32
5 CONCLUSÃO	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tem grande importância econômica, pois é fonte de energia, combustível e açúcar. O Brasil é o maior produtor do mundo, com aproximadamente 8,48 milhões de hectares de área colhida, e produção estimada para a safra 2019/2020 de aproximadamente 642,7 milhões de toneladas, com 3,6 % a mais que na safra anterior (CONAB, 2020). A alta produtividade na cultura de cana-de-açúcar, depende de fatores como qualidade da muda e do cultivar, do ambiente, manejo do solo e do controle de pragas (SOUZA *et al.*, 2013).

No Brasil, uma das pragas mais importantes da cultura é a broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), com o primeiro relato de ocorrência em 1841, em canaviais do Estado de Santa Catarina (OLAK; AMARANTE, 2014). Hoje está distribuída em todas as regiões do país, afetando a produtividade agrícola e industrial, e muitas vezes, inviabilizando a atividade, de acordo com a intensidade do seu ataque (SOUZA *et al.*, 2017).

Entre as alternativas de controle disponíveis para *D. saccharalis*, o controle biológico através da liberação do parasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) é a ferramenta que apresenta melhor desempenho, onde, Souza *et al.* (2014), obtiveram uma percentagem de 86,67% parasitismo em lagartas de *D. saccharalis* criadas em dieta artificial.

A produção massal do parasitoide implica na criação massal da praga, que depende diretamente do fornecimento de dieta artificial, onde o desempenho do parasitoide está relacionado com a qualidade da dieta do hospedeiro produzido, sendo assim, a produção de dietas balanceadas garantirão o suprimento das necessidades fisiológicas do parasitoide (Souza *et al.*, 2014).

Nesse sentido, conhecer os aspectos biológicos de um inseto é fundamental para desenvolver técnicas e métodos de criações massais apropriadas. Além disso, o desenvolvimento de dietas balanceadas, que proporcionem desenvolvimento adequado e otimizado são essenciais para o sucesso na produção de insetos em laboratório (BOTELHO *et al.*, 2019).

No que se refere a dietas artificiais para *D. saccharalis*, Boiça Júnior *et al.* (2011), utilizaram dietas com diferentes concentrações de seus componentes (100,

75, 50 e 25% da concentração dos componentes de uma dieta padrão) para o desenvolvimento e reprodução de *D. saccharalis* e dieta com concentração de 100% foi a mais favorável, enquanto a dieta com concentração de 25% foi a menos favorável.

Costa et al. (2010), estudaram a importância da criação de *D. saccharalis* em laboratório usando dieta artificial para a produção massal de *C. flavipes*, tendo como objetivo avaliar o desempenho de *D. saccharalis* em dieta artificial, baseando-se em análise das características biológicas para a elaboração do ciclo de vida e a viabilidade da postura de ovos e concluíram que as lagartas de *D. saccharalis* estão aptas a serem inoculadas, pois apresentaram desenvolvimento larval de 31,7 dias, peso e tamanho médio de 82,6 mg e 16,14 mm, respectivamente, com 21 dias de idade.

Além de serem eficientes biologicamente, as dietas precisam ter custo viáveis, pois produzir dietas artificiais com baixo custo benefício resultará no suprimento das necessidades fisiológicas dos insetos e em maior ganho para a biofábrica (ALVES et al., 2019).

Assim, este trabalho teve como objetivo, testar diferentes fontes de proteínas na composição de dietas artificiais para a alimentação da broca-da-cana-de-açúcar *D. saccharalis*, a fim de obter uma dieta de baixo custo que substitua satisfatoriamente aquelas usadas nas biofábricas das usinas canavieiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar no Brasil: Histórico e características

A cana-de-açúcar tem sido cultivada desde a pré-história, e atualmente seu cultivo comercial ocorre em mais de 70 países, sendo o Brasil, o responsável por cerca de 61,8% das exportações mundiais de açúcar (FONTANETTI; BUENO, 2017). A introdução dessa cultura em nosso país se deu no início do século XIV, mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, em Portugal, foram introduzidas no Brasil (FONTANETTI; BUENO, 2017). Durante a era colonial, a espécie *Saccharum officinarum* foi intensamente cultivada, sendo a que se adaptou melhor as condições de solo do país (FONTANETTI; BUENO, 2017).

Por ser uma gramínea de clima tropical, é cultivada em regiões de clima quente com solos férteis e bem drenados (SANDOVAL; SENÔ, 2010). A cultura da cana-de-açúcar adaptou-se as condições climáticas do Brasil de maneira positiva, se destacando entre as mais cultivadas, em função da matéria-prima que é fornecida para a indústria sucroalcooleira, sendo também insumo básico de alimentos, rações animais, plásticos, biodiesel e eletricidade (ÚNICA, 2020).

Devido à importância do setor sucroalcooleiro para o agronegócio brasileiro e mundial, é imprescindível realizar estudos com o objetivo de determinar os danos econômicos que a *D. saccharalis* causa à cultura (MAZZONETTO *et al.*, 2013). São vários os danos causados pela broca na cana de açúcar, e pode-se observar em todos os órgãos vegetais, o que contabiliza anualmente perdas elevadas, dificultando o controle (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Na agricultura brasileira, os lepidópteros constituem a ordem de insetos com maior número de espécies nocivas, cuja fase larval pode danificar todas as partes das plantas cultivadas (NAVA *et al.*, 2008). Para estabelecimento de estratégias de controle de pragas é imprescindível o estudo da bioecologia das espécies.

2.2 Biologia de *Diatraea saccharalis*

A broca-da-cana-de-açúcar *D. saccharalis* é um inseto de desenvolvimento holometabólico, cujo ciclo completo pode durar de 53 a 60 dias (SIMI, 2010).

O adulto é uma mariposa com coloração amarelo-palha, os machos apresentam envergadura de 18 a 28 mm, abdôme menor e possuem grande quantidade de pelos no último par de pernas, ausentes nas fêmeas (PINTO *et al.*, 2019), que apresentam envergadura de 27 a 39 mm e possuem o abdôme maior. Em ambos, as asas anteriores apresentam manchas escuras e as posteriores manchas brancas (MACEDO *et al.*, 2012; SANTOS, 2015). Os insetos adultos apresentam hábitos noturnos, permanecem escondidos durante o dia (CRUZ, 2007), e possuem boa capacidade de dispersão podendo voar até 250 metros, mas essa distância pode ser maior ou menor, dependendo da intensidade do vento (SANTOS, 2018).

O macho é atraído pela fêmea que, copulada, oviposita até 780 ovos de formato achatado e oval, lembrando escamas de peixes, depositados em postura entre 5 a 50, na face superior e inferior da bainha das folhas (PARRA; MIHSFELDT, 1992). Após a eclosão, surgem as larvas, de coloração branco leitosa, com a cabeça marrom, que apresentam três pares de pernas torácicas, quatro pares de falsas pernas abdominais e um par de falsas pernas anais, medindo até 25 mm de comprimento. As larvas iniciam a alimentação na planta hospedeira poucas horas após a eclosão (ENDO *et al.*, 2018), através da raspagem das folhas pois se alimentam do parênquima, antes da primeira ecdise. Perfuram o colmo da planta, onde passam cerca de 40 dias, quando então, transformam-se em pupa, de coloração marrom clara a escura, fase que dura de 9 a 14 dias dentro do colmo (MACEDO *et al.*, 2012; SILVA; BRITO, 2015).

2.3 Sintomas e prejuízos causados por *D. saccharalis*

A cana-de-açúcar sofre o ataque da praga durante todo seu desenvolvimento, variando com a idade e a variedade da cultura (COSTA *et al.*, 2010). A broca-da-cana abre galerias para se alimentar dos colmos, levando ao secamento dos ponteiros, encurtamento de entrenós, enraizamento aéreo e a morte da gema apical, sintoma conhecido como “coração morto”. Também provoca danos indiretos devido a penetração dos fungos *Colletotrichum* sp. e *Fusarium* sp., através das galerias abertas pela praga, e causando inversão da sacarose pelo fato do açúcar não se cristalizar no processo industrial, diminuição da pureza do caldo e redução na eficiência da produção do álcool (MACEDO *et al.*, 2012). Segundo Dinardo-Miranda *et al.* (2012) a cada 1% de entrenós brocados, perdem cerca de 1,50% na produtividade do caule, 0,49% na produtividade do açúcar e 0,28% na produção do álcool.

2.4 Controle biológico no manejo integrado de *D. saccharalis*

O uso de agentes de controle biológico como predadores, entomopatógenos e parasitoides tem sido amplamente divulgado na cana-de-açúcar, substituindo com vantagem os inseticidas, tão necessários para o controle de pragas em diversas culturas. A ineficiência do controle químico de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar se deve principalmente ao hábito de a lagarta manter-se protegida no interior do colmo, além disso, esse método tem um custo oneroso devido ao porte da cultura (PARRA; MIHSFELDT, 1992).

O conhecimento da biologia do inseto a ser controlado é um passo fundamental no desenvolvimento de estratégias do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (COSTA *et al.*, 2010), e para tanto, a criação do inseto-praga em laboratório é necessária. No entanto, essa não é uma tarefa fácil, pois implica no fornecimento de alimento e conseqüentemente, no cultivo da planta hospedeira em tempo integral, o que nem sempre é possível em função da sazonalidade de muitas culturas. Além disso, muitos programas de controle biológico necessitam que o inseto hospedeiro seja criado para viabilizar a produção do inimigo natural, e criações massais podem exigir grande quantidade de alimento, inviabilizando o uso de dietas *in natura*, tornando o desenvolvimento de dietas artificiais uma condição para o uso dessas técnicas. Atualmente existem diversos tipos de dietas artificiais para a criação de *D. saccharalis* (PARRA, 2002).

A ocorrência da interação bem planejada (união) entre hospedeiro e parasitoide está relacionada com o sucesso do controle biológico, onde a regulação da fisiologia do hospedeiro é feita para o benefício do inimigo natural, sendo que a escolha da dieta artificial adequada é um fator importante para essa interação (OLIVEIRA, 2015).

O entendimento sobre a nutrição de insetos assume importância em virtude da necessidade crescente da produção em larga escala para as mais diversas finalidades. Definir e estabelecer uma metodologia de criação massal em laboratório têm sido um dos grandes desafios em trabalhos científicos que envolvem criação de insetos em ambientes controlados, principalmente pela grande diversidade e particularidades das espécies (COHEN, 2015).

As lagartas de *D. saccharalis* são utilizadas para a multiplicação de seu principal parasitoide, *C. flavipes*, cuja introdução e liberação no Brasil diminuiu a

intensidade de infestação da *D. saccharalis*, que era de 8 a 10% e passou para 2%, resultando em uma economia de 80 milhões de dólares/ano (VIEL, 2012).

Fatores bióticos, como o hospedeiro de criação, qualidade, quantidade e idade dos parasitoides são importantes e vão influenciar na eficiência desses insetos benéficos no campo. Fatores abióticos, como o clima, afetam as interações entre as espécies parasitoide-hospedeiro (RÔDAS *et al.*, 2019).

As dietas artificiais foram amplamente desenvolvidas devido à necessidade de produção de insetos em larga escala, visando estudos nas mais diversas áreas da ciência entomológica e na implementação de MIP, sendo assim, a busca por uma dieta de baixo custo e que utilize menos componentes deve ser levada em consideração, e com isso, contribuir para um bom desenvolvimento do inseto (KNIPLING, 1966; MORALES-RAMOS *et al.*, 2014; COHEN, 2015).

2.5 Dietas artificiais: Características e componentes

Dietas são os alimentos disponibilizados aos insetos em criações massais, em substituição ao alimento utilizado na natureza (VANDERZANT, 1966). Dietas artificiais para insetos são como ferramentas cada vez melhor para manipulá-los e beneficiar o homem e o meio ambiente (COHEN, 2015). Seu uso permite o conhecimento sobre os requisitos biológicos, comportamentais e nutricionais dos insetos. Nos últimos 30 anos, a criação de insetos em dietas artificiais alcançou grande progresso em programas de manejo de pragas (SOUZA *et al.*, 2001).

Para a dieta artificial ser considerada ideal para criação massal de insetos, ela deve atender às exigências nutricionais, propiciar ótimo desenvolvimento com sobrevivência superior a 75%, promover a produção de adultos com alta capacidade reprodutiva, manter o vigor do inseto ao longo de gerações (PARRA, 2009).

Carboidratos, sais, minerais, lipídeos, aminoácidos e vitaminas, são alguns dos recursos nutricionais adquiridos pelos insetos, que garantem sua nutrição e reprodução na fase larval e a obtenção de adultos de *D. saccharalis* mais longevos e fecundos. Esses recursos favorecem a maturação dos óvulos antes da emergência dos adultos, mas na fase adulta, existem casos em que é necessário a obtenção de alimentos para que ocorra a maturação do aparelho reprodutor e o amadurecimento dos óvulos (MILANO *et al.*, 2010).

A fim de adquirir várias gerações de uma certa espécie de inseto e obter sucesso no seu desenvolvimento é de total importância a utilização de uma dieta natural ou artificial adequada (BOTELHO *et al.*, 2019). A partir de 1960, o desenvolvimento de dietas artificiais proporcionou grandes avanços nas pesquisas sobre as exigências nutricionais, havendo meios artificiais que possibilitaram criar mais de 1300 espécies de insetos (PANIZZI; PARRA, 2009). No Brasil, o primeiro inseto fitófago a ser criado em dieta artificial de Hensley e Hammond (1968) foi a *D. saccharalis*.

A dieta artificial deve conter nutrientes (essenciais e não essenciais) em quantidades balanceadas para que os organismos cresçam e se desenvolvam, além de não possuir microrganismos contaminantes (PARRA, 2001).

Outro desafio é com relação a quantidade de água presente nas dietas artificiais, a maioria dos insetos contém pelo menos 70 % de água em sua composição, mas o excesso pode ser um obstáculo na formulação de dietas (PARRA, 2001).

O uso e consumo de alimentos devem garantir o crescimento, desenvolvimento e a reprodução do inseto, sendo que a qualidade e quantidade de dieta pode também interferir no desenvolvimento da fase adulta (SOUZA *et al.*, 2001). Assim, ao elaborar uma dieta artificial, deve-se atentar para a presença de todos os componentes necessários para o desenvolvimento do inseto, como fontes de proteínas, vitaminas, sais minerais e gorduras.

O principal componente de uma dieta artificial para insetos é a fonte proteica existente nela, além de possuir carboidratos, vitaminas, lipídeos e sais minerais, produtos essenciais para garantir o crescimento e desenvolvimento do inseto (CONSOLI; PARRA, 2002; SIMPSON; RAUBENHEIMER, 2012).

Os aminoácidos são requeridos junto com as proteínas e enzimas, e se tornam fundamentais para as dietas dos insetos em desenvolvimento, garantindo um crescimento ótimo (PARRA, 2009). Cerca de 10 aminoácidos essenciais são utilizados por insetos adultos para produções de ovos (PARRA, 2009).

As vitaminas são exigidas em poucas quantidades na dieta, fornecendo elementos estruturais das enzimas, agindo nos processos metabólicos do inseto (PARRA, 2009).

Os sais minerais têm importância no balanceamento iônico e na permeabilidade da membrana dos insetos (PARRA, 2009).

Os esteróis são importantes para quase todos os insetos, mas estes não são capazes de sintetizá-los (PARRA, 2001).

A levedura de cerveja é rica em termos alimentares por ser fonte natural de vitaminas do complexo B (B1 e B3), proteínas, sais minerais (ferro, cálcio, sódio, potássio e fósforo) e carboidratos. Atua no organismo por meio desses componentes e, por isso, suas funções estão associadas à manutenção de seu equilíbrio (REZENDE *et al.*, 2013).

O ácido ascórbico, na sua forma pura, é bastante instável, sendo facilmente destruído por temperaturas elevadas, luz, umidade, microelementos e lipídios oxidados. É o agente redutor mais potente disponível às células e sua maior importância é devido a sua atuação como antioxidante, dado o seu alto potencial de redução (ROTTA, 2003).

Os conservadores químicos são utilizados na conservação de alimentos, sendo os ácidos benzóico e sórbico os mais utilizados para inibir o crescimento de fungos e leveduras, sendo também eficientes contra uma ampla gama de bactérias (MACHADO *et al.*, 2007).

Um anticontaminante utilizado em dietas artificiais para criação de insetos é o formaldeído que apresenta alta toxicidade e quando manuseado de forma inadequada pode causar problemas à saúde humana (MOREIRA, 2017).

A utilização da aveia como fonte proteica, na preparação da dieta se justifica por tratar-se do único cereal cuja proteína apresenta um balanço de aminoácidos interessante sob o ponto de vista nutricional, além do teor proteico ser superior ao dos demais cereais (HOSENEY, 1990).

A batata doce possui alto valor nutritivo pela quantidade de carboidratos, versatilidade sensorial em termos de cores de polpa, sabores e textura. As variações de cores de polpa podem indicar as suas quantidades de betacaroteno, antocianinas, compostos fenólicos, fibra dietética, ácidos ascórbico e fólico e também de sais minerais, é uma excelente fonte de vitaminas do complexo B e vitamina A e de minerais como ferro, cálcio, potássio, enxofre e magnésio (VIZZOTTO *et al.*, 2018).

Para as características biológicas de *D. saccharalis*, criada em dieta artificial contendo somente germe de trigo e levedura + germe de trigo, Vacari *et al.* (2012) relataram que, quando as lagartas foram alimentadas com a dieta contendo maior quantidade de germe de trigo, o período pupal foi menor (9,5 e 9,9 dias, respectivamente).

Estudando a biologia de *D. saccharalis* em dieta artificial à base de farelo de soja e germe de trigo sugerida por Hensley e Hammond (1968) e recomendada por Macedo (2000), Costa *et al.* (2010) obtiveram um desenvolvimento larval de 31,7 dias e ciclo de vida de 46,21 dias.

Em estudos que avaliaram diferentes dietas artificiais empregadas para a criação de lepidópteros Manfredi-Coimbra *et al.* (2005), verificaram que a dieta que contém feijão carioca, levedura de cerveja e germe de trigo favoreceu o desenvolvimento de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) quando comparada às dietas à base de feijão branco, germe de trigo, proteína de soja e caseína e à base de feijão carioca, levedura e caseína.

Avaliando quatro diferentes dietas, Parra e Mihsfeldt (1992), concluíram que àquela constituída a base de levedura de cerveja, germe de trigo e milho “*Nutrimaiz*”, pode ser usada para criação de *D. saccharalis*, devido à disponibilidade dos ingredientes e seu e baixo custo, sendo utilizada por ser de fácil preparo e com componentes facilmente encontrados no mercado.

2.5.1 Tipos de dietas artificiais para *D. saccharalis*

Nos laboratórios de criação massal prepara-se dois tipos de dietas para *D. saccharalis*: a de criação, que é oferecida às lagartas no começo de sua alimentação até o momento de selecioná-las para a inoculação (momento em que o parasitoide oviposita no corpo da lagarta), e a dieta de realimentação que é oferecida as lagartas já inoculadas e para as que continuarão seu ciclo, até virarem pupas. São compostas dos mesmos ingredientes, mas com diferença na quantidade deles em cada dieta, sendo a de realimentação com maior fonte proteica e de maior consistência para que possa ser cortada em formato de cubos e ser oferecida na realimentação das lagartas (DINIZ *et al.*, 2008).

Para que o inseto complete seu ciclo de vida e prossiga com suas gerações, deve se desenvolver simulando as condições do ambiente natural, em todos os sistemas de criações (BOTELHO *et al.*, 2019). Em estudos, Reguilón *et al.* (2014) demonstraram que, dependendo da composição da dieta artificial, algumas características podem ser alteradas, como: o peso dos insetos; a duração do ciclo de vida; a taxa de mortalidade das lagartas; a fecundidade dos adultos e ainda ter implicação na produção de seus parasitoides.

Insetos holometábolos guardam suas reservas durante a fase larval, servindo como uma tática vital para que sobrevivam na fase de pupa, tendo em vista que, nessa fase o inseto não se alimenta, mas que concede ao adulto uma reserva energética para sua sobrevivência (SANTANA *et al.*, 2019).

Bavaresco *et al.* (2004), testou as dietas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) e *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) para eleger a dieta apropriada para criação de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), avaliando assim seu desenvolvimento. A dieta de *D. saccharalis* foi utilizada no experimento a fim de avaliar o efeito de uma fonte de proteínas que diferenciasse das dietas anteriores. Entre as três dietas, o desenvolvimento de *S. cosmioides* foi melhor, mais rápido e com maior peso de pupas na dieta de *A. gemmatalis* que continha feijão branco, levedura de cerveja, farelo de soja, leite em pó e germe de trigo.

Para que exista a multiplicação de um maior número de insetos, é importante utilizar o recipiente de criação adequado que não comprometa a sanidade e mantenha a umidade das dietas, evitando contaminação e garantindo seu crescimento e desenvolvimento (COSTA *et al.*, 2005).

A evaporação da dieta é o fator mais agravante do uso de um recipiente inadequado, alterando sua textura e palatabilidade (PARRA, 2001). Também pode influenciar na taxa de crescimento e desenvolvimento, no peso e no tempo de vida do inseto na fase larval (PARRA *et al.*, 2009).

A criação massal de insetos em laboratório responde à diversas finalidades, para tanto, há a necessidade de se desenvolver dietas artificiais adequadas aos hábitos alimentares e que garanta o fornecimento de nutrientes para os insetos. O custo dos componentes utilizados em uma dieta pode variar de acordo com a quantidade total de ingredientes e a dose utilizada de cada um, sendo assim, é possível ter uma estimativa do valor gasto para a preparação de cada dieta.

Testes com variações na composição de nutrientes nas dietas permitem agregar conhecimentos sobre os aspectos biológicos de *D. saccharalis* e tornar possível a introdução de uma nova dieta com baixo custo, utilizando menos componentes e com uma fonte proteica que se destaque daquelas que são utilizadas comumente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Entomologia-Nematologia e de Insetos Pragas do Campus Luiz Meneghel, da Universidade Estadual do Norte do Paraná. Desenvolvido em duas etapas, com materiais cedidos por duas Usinas, identificadas por Usina A e B. Na Etapa 1, foram testados em dietas artificiais para *D. saccharalis* componentes em forma de farinha ou *in natura* (Usina A). Na Etapa 2, a dieta que apresentou melhor resposta aos parâmetros biológicos, foi comparada a dieta para criação de *D. saccharalis* e *C. flavipes* utilizada no laboratório da Usina B.

3.1 Preparo das dietas e inoculação das lagartas nos tubos de vidro

A partir de massas de ovos de *D. saccharalis* obtidas da Usina A, as lagartas recém eclodidas foram acondicionadas em tubos contendo diferentes dietas. As dietas utilizadas foram adaptadas a partir da dieta desenvolvida por Parra e Mihsfeldt (1992), (Tabela 1).

Tabela 1- Composição da dieta artificial adaptada por Parra e Mihsfeldt (1992) para alimentação de lagartas de *Diatraea saccharalis*.

Componente	Quantidade
Farinha de milho	140 g
Germe de trigo	35 g
Levedura de cerveja	37,5 g
Ácido ascórbico	5 g
Ácido benzoico	1,25 g
Nipagin	1 g
Caragenato	25 g
Água	1200 mL

Fonte: Parra e Mihsfeldt (1992).

O preparo das dietas seguiu o protocolo estabelecido por Parra (2001). Para tanto, foram homogeneizados em liquidificador 700 mL de água, a farinha de milho (ou a proteína correspondente de cada dieta), o germe de trigo e levedura de cerveja. Da mesma forma o ácido ascórbico, ácido benzoico e nipagin em 100 mL de água. O caragenato foi dissolvido separadamente em 400 mL de água em ebulição. A seguir, foram misturados em batedeira manual elétrica a mistura proteica e o caragenato e

levados em panela ao fogo até levantar fervura. Esperou-se a temperatura da dieta baixar para aproximadamente 70 °C e acrescentou-se o homogeneizado contendo o ácido ascórbico, ácido benzóico e nipagin. A dieta foi vertida ainda quente, em 40 tubos de vidro de fundo chato, previamente tamponados com algodão hidrófobo e esterilizados em estufa à seco, à 180 °C durante 2 horas.

Após 24 horas do resfriamento de cada dieta no interior dos tubos, para evitar a morte das lagartas recém eclodidas em contato com o meio, foram inoculadas por tubo, com o auxílio de pincel de cerdas naturais levemente umedecido em água, 5 lagartas recém eclodidas, totalizando 200 lagartas por dieta (Figura 1). Completado o desenvolvimento larval, as pupas foram retiradas, individualizadas em copos plástico de 50 mL e após 24 horas foram pesadas e separas por sexo conforme Butt e Cantu (1924).



Figura 1 - Tubo de vidro de fundo chato contendo dieta com cinco lagartas de *Diatraea saccharalis* inoculadas.

3.2 Etapa 1a

Nesta etapa, a farinha de milho (farinha torrada - bijú), foi substituída pelos seguintes tratamentos: fubá mimoso (farinha crua), farinha de aveia, farinha de batata doce, farinha de arroz e farinha de linhaça, constituindo 5 tratamentos testados (Figura 2). Os dados obtidos nas dietas foram submetidos a análise de variância pelo teste F

e para obtenção das médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através do programa SASM-Agri (CANTERI *et al.*, 2001).



Figura 2 - Fubá mimoso e farinhas de batata doce, linhaça, aveia e arroz usadas no preparo das dietas de *Diatraea saccharalis*.

3.3 Etapa 1b

Foram avaliadas outras cinco fontes de proteínas em substituição da farinha de milho: farinha de aveia, farinha de batata doce, flocão de milho, farinha de milho grossa e canjiquinha de milho (Figura 3). Os dados obtidos nas dietas foram submetidos a análise de variância pelo teste F e para obtenção das médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através do programa SASM-Agri (CANTERI *et al.*, 2001).



Figura 3 - Farinhas de milho flocada (Kimilho flocão Yoky®); milho grossa (Yô-Yô®) usadas no preparo das dietas de *Diatraea saccharalis*.

3.4 Etapa 1c

Nesta etapa, foi feita a substituição da farinha de milho pelos tratamentos à base de batatas doces *in natura*. Utilizaram-se batatas doces de casca roxa e polpa roxa, de casca roxa e polpa branca, conhecida como comum, de casca e polpa branca e casca e polpa alaranjada. As batatas foram descascadas, cortadas, cozidas em água, escorridas e processadas no liquidificador, e após esse processo, foram misturadas com os demais ingredientes da dieta. Os dados obtidos nas dietas foram submetidos a análise de variância pelo teste F e para obtenção das médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através do programa SASM-Agri (CANTERI *et al.*, 2001).

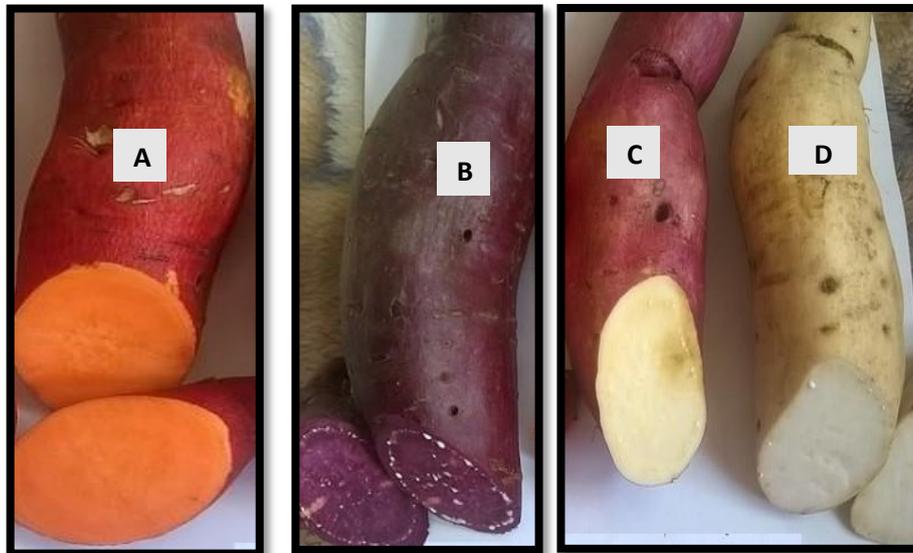


Figura 4 - Aspecto das batatas doces *in natura* usadas no preparo da dieta de *Diatraea saccharalis*, onde A: batata doce de polpa laranja, B: batata doce de polpa roxa, C: batata doce comum de casca roxa e D: batata doce comum branca.

Tabela 2 - Fontes proteicas utilizadas no preparo de dietas para a criação de *Diatraea saccharalis* e parâmetros biológicos dos insetos avaliados.

Etapas	Fontes proteicas	Parâmetros biológicos avaliados
Etapa 1a	Fubá mimoso	
	Farinha de aveia	Duração do período larval
	Farinha de batata doce	Número de pupas formadas
	Farinha de arroz	Viabilidade larval
	Farinha de linhaça	
Etapa 1b		Duração do período larval
	Farinha de aveia	Número de pupas formadas
	Farinha de batata doce	Viabilidade larval
	Flocão de milho	Duração do período pupal
	Farinha de milho grossa	Número de adultos formados
	Canjiquinha de milho	Viabilidade pupal
Etapa 1c		Duração do período larval
	Batata doce roxa	Número de pupas formadas
	Batata doce comum	Viabilidade larval
	Batata doce branca	Duração do período pupal
	Batata doce laranja	Número de adultos formados
		Viabilidade pupal

3.5 Etapa 2

A partir dos resultados obtidos na Etapa 1, comparou-se os parâmetros biológicos de *D. saccharalis* na dieta contendo farinha de aveia, escolhida entre os componentes testados na nessa mesma etapa e a dieta usada na rotina do laboratório da Usina B, cuja composição se encontra na Tabela 2.

Tabela 3 - Composição da dieta artificial usada pelo laboratório de criação de *Diatraea saccharalis* da Usina B.

Componente	Quantidade
Farelo de soja	70 g
Levedura de cana	2,7 g
Germe de trigo	1,0 g
Nipagin	0,3 g
Ácido ascórbico	0,13 g
Sais de Wesson	0,27 g
Ácido sórbico	0,03 g
Cloreto de colina	0,03 g
Açúcar	4 g
Caragenato	9 g
Vita Gold	0,4 mL
Solução Vitamínica *	8 mL
Formaldeído	0,13 mL
Terramicina **	0,15 mL
Água	635 mL

Rendimento: 40 tubos de vidro de fundo chato

*1 Via Seca + 1 Via Úmida + 900ml de água

** 900ml de água + 200g de açúcar + 16g de terramicina em pó (uso veterinário)

Foi utilizada a mesma metodologia do item 3.1. As massas de ovos tiveram que ser obtidas de uma segunda usina, a Usina B, para a realização da Etapa 2, devido à falta de disponibilidade de material utilizado na Etapa 1, proveniente da Usina A.

Nesta etapa do trabalho, foram registradas a duração do período larval e pupal, a longevidade dos adultos e a quantidade de ovos/fêmea (fecundidade). Para avaliar a longevidade dos adultos, foram formados 10 casais, permanecendo cada casal em uma gaiola de oviposição, que consistiam de tubos de PVC de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, forrados internamente com papel sulfite, para postura. Cada gaiola foi depositada sobre uma placa de Petri forrada com um círculo de papel sulfite e sua parte superior foi fechada com um tecido do tipo tule, preso ao tubo com elástico.

Avaliou-se, também, tanto para a dieta da Usina B, quanto para a dieta de farinha de aveia, a influência do tipo de alimento ofertado aos adultos sobre a

longevidade e capacidade de postura. Os 10 primeiros casais não receberam alimento. Na 2ª situação, os 10 casais receberam solução de mel claro a 10% e na 3ª receberam mel de cana, denominado de mel escuro, também a 10%. Diariamente os 30 casais foram averiguados, retirando-se as posturas até a morte dos adultos.

Para preparar a solução de mel a 10%, pesou-se 10 g de mel e completou-se o peso com água até atingir 100 g (Figura 5A). A solução foi colocada em frascos de vidro e introduziu-se algodão, para que por percolação a solução ficasse disponível para os adultos (Figura 5B). Essa solução foi trocada diariamente



Figura 5 – A) Solução de mel de escuro a 10% (à esquerda) e solução de mel claro a 10% (à direita). B) Frascos de vidro contendo mel escuro (à esquerda) e mel claro (à direita).

Para estabelecer se a dieta escolhida poderia substituir satisfatoriamente a dieta empregada na Usina B que criam a broca, além da avaliação dos parâmetros biológicos, fez-se uma estimativa de custo. Para tal, buscou-se o preço dos ingredientes na Internet e calculou-se o valor gasto para a preparação de 40 tubos de vidro de fundo chato.

Os dados obtidos nos ensaios foram submetidos a análise de variância pelo teste F e para obtenção das médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através do programa SASM-Agri (CANTERI *et al.*, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Etapa 1a

Entre as dietas avaliadas na Etapa 1a, observou-se que a dieta B contendo farinha de aveia proporcionou a menor duração do período larval (19,99 dias), quando comparada às dietas contendo farinha de arroz (22,17 dias), e farinha de batata doce (21,31 dias), que não diferiram significativamente entre si. A dieta contendo fubá mimoso foi a que proporcionou o maior período larval (23,21 dias).

Com relação ao número de pupas, a dieta contendo farinha de batata doce proporcionou o maior número de pupas formadas (175), seguida por farinha de aveia, fubá mimoso e farinha de arroz, com 137, 95 e 75 pupas, resultando numa viabilidade larval respectivamente de 87,5, 68,5, 47,5 e 37,5% (Tabela 4).

Tabela 4 - Duração do período larval (dias) (médias +DP) e número de pupas e viabilidade larval de *Diatraea saccharalis* alimentada com quatro dietas contendo diferentes farinhas como fontes proteicas - Etapa 1a.

Farinhas	Duração do período larval (dias)	Número de pupas formadas	Viabilidade larval (%)
Aveia	19,99 ± 3,22 a	137	68,5
Arroz	22,17 ± 3,49 b	75	37,5
Batata doce	21,31 ± 3,07 b	175	87,5
Fubá mimoso	23,21 ± 4,36 b	95	47,5
Linhaça	-	-	-

CV: 16,10 %

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à dieta de farinha de linhaça, não se obteve dados, pois as lagartas pararam o crescimento com 7 dias de vida.

Segundo Singh (1983) uma dieta artificial nutricionalmente adequada para a criação de um inseto deve apresentar uma viabilidade superior a 75%, quando,

envolvida em um conjunto de aspectos, tais como: menores durações de períodos larvais e pupais para *D. saccharalis*.

Excetuando-se a duração obtida na farinha de aveia (19,99 dias), Lima (2011) testando dietas artificiais com fontes proteicas variadas, obteve durações semelhantes à deste trabalho na dieta à base de caseína.

Quando os resultados deste trabalho foram comparados aos de Boiça Júnior *et al.* (2011), cujo objetivo foi avaliar a influência de variedades de cana-de-açúcar resistentes e susceptíveis acrescidas à dieta de Hensley e Hammond (1968), estes observaram que as dietas com 100, 75, 50 e 25% de redução na concentração dos componentes da dieta padrão à base de feijão, obtiveram valores médios de duração do período larval de 28,8; 28,7; 27,1 e 40,3 dias, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados no presente trabalho.

Devido ao registro da maior duração do período larval e aos menores valores de viabilidade larval, substituiu-se na Etapa 1b, a farinha de arroz e o fubá mimoso por flocão de milho e farinha de milho grossa. Manteve-se, entretanto a farinha de aveia, por apresentar a menor duração do período larval e a farinha de batata doce por apresentar maior número de pupas.

4.2 Etapa 1b

Nas dietas analisadas na Etapa 1b, observa-se que a dieta contendo farinha de aveia novamente apresentou a menor duração da fase larval (22,38 dias), seguida do flocão de milho (24,51 dias), farinha de batata doce (25,14 dias) e farinha de milho (25,19). Com relação ao número de pupas, a dieta contendo farinha de aveia deu origem ao maior número com 154, tendo viabilidade larval de 77%. Quanto à dieta de canjiquinha, não se obteve dados, pois as lagartas pararam o crescimento com 7 dias de vida (Tabela 5).

Tabela 5 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade (Vbldd) de *Diatraea saccharalis* alimentada com quatro dietas contendo diferentes farinhas como fontes proteicas - Etapa 1b.

Farinhas	Duração do período larval (dias)	Duração do período pupal (dias)	Nº de pupas formadas	Vbldd* (%)	Número de adultos formados			Vbldd* (%)
					♀	♂	Total	
Aveia	22,38 ± 1,92 a	10,47 ± 2,19 a	154	77	52	65	117	77
Bat doce	25,14 ± 3,12 b	13,85 ± 2,63 b	103	52	35	45	80	78
Milho	25,19 ± 2,90 b	14,23 ± 2,87 b	118	59	40	41	81	67
Flocão	24,51 ± 2,65 b	12,82 ± 2,24 b	148	74	46	54	100	68
Canjiquinha	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	10,86%	19,47%						

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A duração do período larval da dieta contendo farinha de batata doce, de milho grossa e flocão foram semelhantes àquela relatada por Parra e Mihsfeldt (1992) usando a dieta com milho “Nutrimaiz” onde obtiveram um valor 24,12 dias, exceto para aquela com farinha de aveia que se diferenciou por apresentar um menor ciclo que as demais dietas testadas, sendo esse um fator importante em criações massais de insetos. No quesito viabilidade, o desempenho das dietas no presente trabalho foi inferior ao de 93% relatado por Parra e Mihsfeldt (1992).

Quanto ao peso de pupas, a dieta contendo farinha de aveia foi a que alcançou o maior peso (19,15 g), visto que, foi a dieta que teve o maior número de pupas, seguida do flocão de milho (18,73 g), farinha de milho (12,66) e farinha de batata doce (10,10 g) (Figura 6).

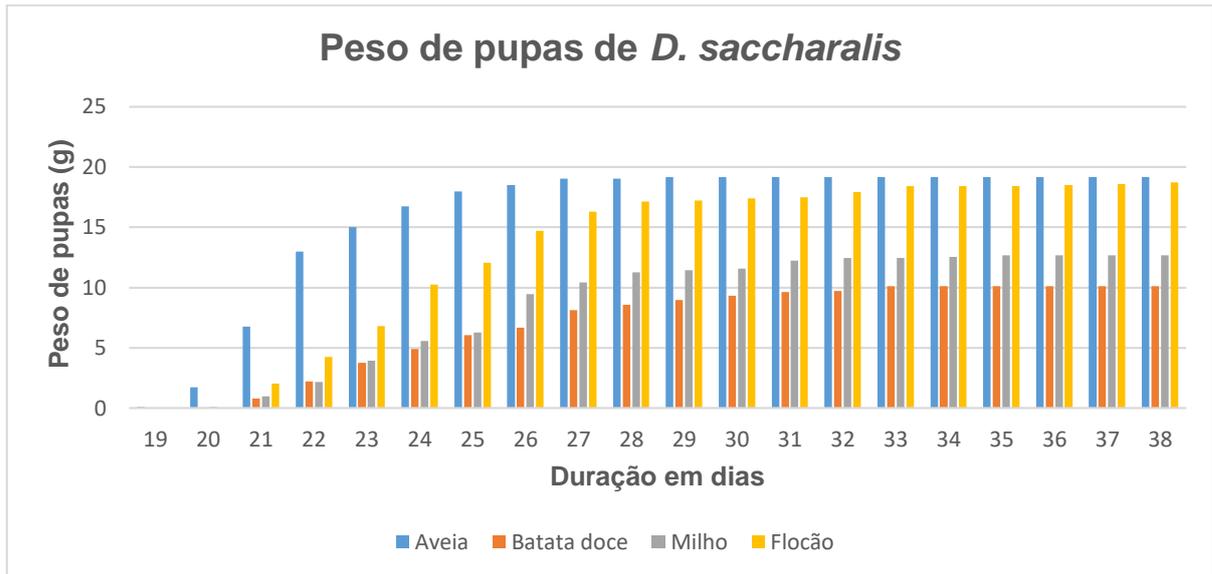


Figura 6 - Peso de pupas (g) de *Diatraea saccharalis* alimentada em dietas à base de farinhas de aveia, batata doce, de milho e flocão - Etapa 1b.

4.3 Etapa 1c

Quanto a duração do período larval das lagartas alimentadas em batatas doces *in natura*, a batata doce comum e batata doce branca não apresentaram diferença estatística entre si, mas se diferiram estatisticamente da batata roxa e laranja. Quanto ao número de pupas, as dietas contendo batata doce roxa e branca, proporcionaram os maiores números com 102 e 106, respectivamente.

De forma semelhante, não houve diferença estatística entre as dietas contendo batata doce comum e branca, as quais proporcionaram menores períodos larval e pupal (Tabela 6).

Tabela 6 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade (Vbldd) de *Diatraea saccharalis* alimentada em quatro dietas contendo batatas doces *in natura* - Etapa 1c.

Batatas	Duração do período larval (dias)	Duração do período pupal (dias)	Nº de pupas formadas	Vbldd (%)	Número de adultos formados			Vbldd (%)
					♀	♂	Total	
Laranja	30,86 ± 1,95 a	14,00 ± 1,57 a	42	21	10	7	17	40
Roxa	29,64 ± 1,98 b	11,91 ± 1,90 c	102	51	23	23	46	45
Comum	26,22 ± 2,72 c	12,87 ± 2,19 bc	59	29,5	16	14	30	51
Branca	25,57 ± 3,09 c	13,67 ± 2,43 ab	106	53	25	39	64	50
CV (%)	9,19%	16,56%						

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A dieta com batata doce laranja devido ao longo período larval e baixo número de fêmeas e machos adultos, deve ser preterida para a criação de *D. saccharalis*.

Acreditava-se que as dietas contendo batata doce *in natura* apresentariam um resultado semelhante àquele contendo farinha de batata doce, produto empregado como alimento humano e de custo elevado. Porém, o que se observou foi uma baixa viabilidade larval e pupal, bem como um alongamento nos períodos. As dietas a base de batata doce *in natura* também apresentam um inconveniente quanto ao seu preparo, pois pela sua consistência fica muito difícil de ser colocada dentro dos tubos de fundo chato, adotados no presente trabalho como recipiente de criação.

Quanto ao peso de pupas, a dieta contendo batata doce roxa alcançou o maior peso (14,22 g), mesmo não apresentando o maior número de pupas formadas, já a dieta de batata doce branca, que apresentou o maior número de pupas formadas, teve um peso de 10,16 g, seguido da dieta de batata doce comum (5,32 g) e batata doce laranja (4,44 g) (Figura 7).

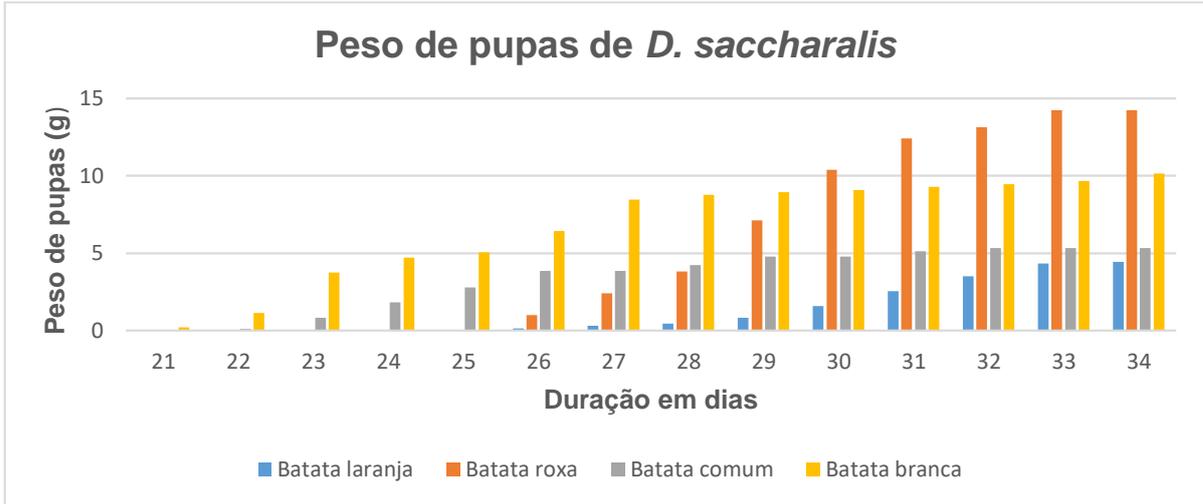


Figura 7 - Peso de pupas (g) de *Diatraea saccharalis* alimentada em dietas à base de batata doce laranja, roxa, comum e branca - Etapa 1c.

4.4 Etapa 2

Após a realização da Etapa 1, determinou-se a dieta contendo farinha de aveia para a comparação com a dieta empregada na Usina B, usada como testemunha, pois a dieta contendo farinha de aveia apresentou a menor duração do período larval na Etapa 1a, embora não tenha proporcionado 75% de viabilidade considerados como ideais para o emprego de uma dieta artificial (SINGH, 1983). Já na Etapa 1b, a dieta de farinha de aveia apresentou as menores durações dos períodos larval e pupal e a viabilidade larval foi de 77%, mostrando-se satisfatória para ser escolhida como uma alternativa para a criação de *D. saccharalis*. Numa tentativa de baratear o custo da dieta contendo farinha de batata doce, esta foi substituída por batatas doces *in natura* e o resultado da Etapa 1c não saiu como o esperado.

Como resultado da comparação entre a dieta contendo farinha de aveia e da dieta da Usina B (testemunha) pode-se observar que a duração do período larval foi significativamente menor na dieta com farinha de aveia (27,18 dias), enquanto a duração do período pupal diferiu significativamente, sendo menor na dieta da Usina B (20,89 dias) (Tabela 7).

Tabela 7 - Duração do período larval e pupal (dias), (médias +DP), número de pupas e adultos formados e viabilidade (Vbldd) de *Diatraea saccharalis* alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B- Etapa 2.

Dietas	Duração do período larval (dias)	Duração do período pupal (dias)	Nº de pupas formadas	Vbldd(%)	Nº de adultos formados	Vbldd(%)
Aveia	27,18 ± 4,22 a	22,28 ± 4,07 a	147	73,5	134	91
Usina	29,74 ± 4,27 b	20,89 ± 4,35 b	145	72,5	135	93
CV(%)	14,92	19,52%				

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F e de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As dietas foram semelhantes quanto ao número de pupas (147 da aveia e 145 da Usina B) e quanto a viabilidade larval (73,5% para a aveia e 72,5% para a da Usina B). O mesmo resultado foi observado quanto ao número de adultos emergidos e a viabilidade pupal (91 e 93%, respectivamente).

Analisando-se a influência do alimento sobre a longevidade dos machos, observou-se que no tratamento sem alimento, na dieta contendo farinha de aveia, estes apresentaram longevidade de 5,10 dias e a dieta da Usina B com 3,00 dias, no mel escuro, a dieta contendo farinha de aveia com 4,00 dias e Usina B com 3,20 dias, apresentando a maior longevidade com a utilização da dieta contendo farinha de aveia, já no mel claro não se diferiram entre si, sendo a dieta contendo farinha de aveia (3,80 dias) e a da Usina B (3,40 dias) (Tabela 8).

Tabela 8 - Longevidade de machos (dias) de *Diatraea saccharalis* alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.

Dietas	Sem alimento	Mel claro	Mel escuro
Aveia	5,10 ± 0,87 a	3,80 ± 0,92 a	4,00 ± 0,94 a
Usina B	3,00 ± 0,95 b	3,40 ± 0,84 a	3,20 ± 0,63 b
CV(%)	22,46%	24,50%	22,30 %

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F e de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a influência do alimento sobre a longevidade das fêmeas, observou-se que no tratamento sem alimento, a dieta contendo farinha de aveia apresentou longevidade de 5,40 dias e a dieta da Usina B com 3,60 dias, no mel claro, a dieta contendo farinha de aveia com 4,90 dias e Usina B com 3,10 dias, apresentando a maior longevidade com a utilização da dieta contendo farinha de aveia, já no mel escuro não se diferiram entre si, sendo a dieta contendo farinha de aveia (3,90 dias) e a da Usina B (3,50 dias) (Tabela 9).

Tabela 9 - Longevidade de fêmeas (dias) de *Diatraea saccharalis* alimentada em dieta de Parra e Mihsfeldt (1992), contendo farinha de aveia e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.

Dietas	Sem alimento	Mel claro	Mel escuro
Aveia	5,40 ± 1,17 a	4,90 ± 1,85 a	3,90 ± 0,56 a
Usina B	3,60 ± 0,70 b	3,10 ± 0,31 b	3,50 ± 0,53 a
CV(%)	21,47%	33,23%	14,80 %

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de F e de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A dieta contendo a farinha de aveia proporcionou a maior longevidade de fêmeas e machos nos três tratamentos (sem alimento, mel claro e mel escuro). Para ambos os sexos, a maior longevidade no tratamento sem alimento pode ter ocorrido devido ao dispêndio calórico que os adultos tiveram para buscarem o alimento, no caso dos tratamentos com mel claro e escuro.

A não utilização de alimento resulta na redução do tempo gasto com a manutenção e alimentação dos adultos, redução de custos e, em alguns casos, eliminaria os problemas associados ao aparecimento de formigas em criações (MILANO *et al.*, 2010).

Esses resultados foram semelhantes aos relatados por Boiça Júnior *et al.* (2011) onde variou entre 3,70 e 5,20 dias para ambos os sexos e muito aquém daquela observada por Lima (2011), que relatou uma longevidade de 8,50 a 11,04 dias para as fêmeas e 9,83 a 12,04 dias para os machos. Essas variações nos resultados de longevidade podem ter sido baixas devido à falta de umidade das folhas de sulfite dentro das gaiolas, pois o autor relata que, na ocorrência do seu trabalho era feito o umedecimento dessas folhas nas gaiolas de oviposição todos os dias, fator esse que não foi realizado nesse trabalho.

O efeito nocivo de fontes de carboidratos na longevidade de *D. saccharalis* já havia sido relatado em insetos alimentados com soluções de glicose e frutose a 10% (PARRA *et al.*, 1999), no entanto, não há qualquer indicação dos possíveis mecanismos de toxicidade nesse inseto.

Observa-se efeito positivo direto na reprodução, com aumento de até 15 vezes na capacidade reprodutiva do inseto, indicando que os nutrientes adquiridos na fase adulta participam diretamente do desenvolvimento do ovário (MILANO *et al.*, 2010).

Quanto ao número de ovos por fêmea, não houve diferenças significativas quando os insetos foram alimentados ou não (Tabela 10).

Tabela 10 - Número total de ovos por fêmea de *Diatraea saccharalis* alimentada em dieta contendo farinha de aveia como fonte proteica e em dieta formulada pela Usina B - Etapa 2.

Dietas	Sem alimento	Mel claro	Mel escuro
Aveia	517,00 ± 164,70 a	406,67 ± 185,06 a	382,80 ± 201,95 a
Usina	380,20 ± 241,34 a	416,10 ± 269,84 a	473,10 ± 189,11 a
CV (%)	46,06%	53,11%	45,72%

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F e de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de número total de ovos expressos na Tabela 10 justificam-se devido ao coeficiente de variação e o desvio padrão ter sido alto, indicando muita variabilidade nos dados, estes que não apresentavam uma homogeneidade entre si, por isso não houve diferença estatística, e isso leva a pensar em erro experimental.

A dieta representa um dos componentes mais caros nos programas de criação de insetos, e é especialmente importante quando a criação destina-se a produção de bioinseticidas ou liberação de inimigos naturais (ALFAZAIRY *et al.*, 2012).

No trabalho de Milano *et al.* (2010), a alimentação com solução aquosa de mel a 10%, apesar de ter proporcionado maior longevidade a várias das espécies estudadas, não implicou em aumento da fecundidade para todas as espécies. A alimentação na fase adulta afetou negativamente a longevidade e a fecundidade de *D. saccharalis*.

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados os custos dos ingredientes usados para preparar as dietas comparadas na Etapa 2.

Tabela 11 - Preço por quilograma dos componentes da dieta contendo farinha de aveia como fonte proteica utilizada para criação de *Diatraea saccharalis*.

Produtos	Custo de mercado	Custo para 40 tubos
Farinha de aveia	10,00	0,70
Germe de trigo	15,57	0,27
Levedura de cerveja	23,25	0,43
Ácido ascórbico	70,00	0,17
Ácido benzoico	140,00	0,09
Nipagin	186,00	0,09
Caragenato	80,50	1,00
Custo total	R\$ 525,32	R\$ 2,75

Tabela 12 - Preço por quilograma e mililitro dos componentes da dieta formulada pela Usina B utilizada para criação de *Diatraea saccharalis*.

Produtos	Custo de mercado	Custo para 40 tubos
Farelo de soja	83,00	5,81
Germe de trigo	15,57	0,01
Levedura de cana	5,80	0,01
Ácido ascórbico	70,00	0,009
Sais de wesson	400,00 (250 g)	0,43
Nipagin	186,00	0,05
Caragenato	80,50	0,72
Ácido sórbico	97,00	0,002
Cloreto de colina	10,00	0,003
Vita Gold	20,00 (50 mL)	0,16
Formol	20,00 L	0,0026
Terramicina	17,00 (50 mL)	0,051
Solução vitamínica	20,00	3,20
Custo total	R\$ 1.044,87	R\$ 10,45

Considerando-se os parâmetros biológicos avaliados e o custo entre as duas dietas, pode-se inferir que a dieta adaptada a partir daquela proposta por Parra e Mihsfeldt (1992) com substituição da farinha de milho Nutrimaiz por farinha de aveia (R\$ 2,75) pode ser considerada adequada para a criação de lagartas de *D. saccharalis* pois o custo sai 4 vezes menor e também utiliza menos componentes quando comparada à dieta usada na Usina B (R\$ 10,45), possibilitando a criação massal de *D. saccharalis* em laboratório. Tal fato indica que esta dieta poderia substituir a dieta usada como padrão, levando-se em conta o custo da mão de obra, do algodão, dos tubos de criação e, principalmente, da energia elétrica e, mesmo com esses custos a mais no preparo, a dieta contendo farinha de aveia ainda seria a mais satisfatória para a utilização em criações.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, a farinha de aveia foi o componente que apresentou melhor adequação nutricional na obtenção da primeira geração de *D. saccharalis*, constituindo-se em alternativa para dietas artificiais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAZAIRY, A. A.; SADEK, H. A.; GUIRGUIS, G. Z.; KARAM, H. H. An agar-free diet: a new approach for the low cost mass rearing of the Egyptian cotton leaf worn, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Life science journal**, v. 9, n. 4, p. 4646-4653, 2012. Disponível em: <http://www.lifesciencesite.com>. Acesso em 26 jun. 2020.

ALVES, P. R. R.; OLIVEIRA, R.; BARBOSA, V. O.; SOUZA, M. S.; BATISTA, J. L. Desenvolvimento e reprodução de *Pygidicrana v-nigrum* (Dermaptera: Pygidicranidae) alimentada em dieta artificial. **Revista PesquisAgro**, v. 2, n. 1, p. 24-33, 2019.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRUTZMACHER, A. D.; RINGENBERG, R.; FORESTI, J. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 155-161, 2004.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; BELLODI, M. P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 537-542, 1997.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LEONELO, A. F.; JESUS, F. G. Dietas artificiais incorporadas ou não a colmos triturados de variedades de cana-de-açúcar na biologia de *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 39-48, 2011.

BOTELHO, A. B. R. Z.; SILVA, I. F.; ÁVILA, C. J. Aspectos biológicos da lagarta falsa-medideira e sua criação em laboratório com dieta artificial. Embrapa Agropecuária Oeste, 2019, 24 p, (**Circ. Téc**, 47).

BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962, 7 p.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

COHEN, A. C. **Insect diets**: science and technology. Boca Raton: CRC Press, 2015. p. 1-164.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar terceiro levantamento dezembro /2019. Disponível em file:///C:/Users/Note/Downloads/BoletimZCanaZ1ZLevantamentoZ19-20.pdf. Acesso em: 17 mar. 2020.

CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Criação *in vitro* de parasitoides e predadores. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil**: Parasitoides e predadores. São Paulo: Manole. 2002, p. 239-262.

COSTA, N. P.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MAYER, N. A.; SOTANA, N. A. Influência de dietas artificiais e recipientes no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e de seu parasitoide *Cotesia flavipes* (Cam.). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 44, p. 107-117, 2005.

COSTA, D. M.; FRANCEZ, A. C. C.; RIGOLIN-SÁ, O. Biologia da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae) em dieta artificial. **Revista Ciência et Praxis**, v. 3, n. 5, p. 13-16, 2010.

CRUZ, I. A Broca da Cana-de-Açúcar, *Diatraea saccharalis*, em Milho, no Brasil. Sete lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2007. 12 p, (**Circ. Téc. 90**).

DINARDO-MIRANDA, L. L.; ANJOS, I. A.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V. Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2012.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Nucleus**, Edição Especial, p. 39-48, 2008.

ENDO, K. M.; HERNANDES, E. P.; CONTE, H. Pupal parasitoids for the biological control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae). **Biotemas**, v. 31, n. 4, p. 1-13, 2018.

FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. **Cana-de-açúcar e seus impactos**: uma visão acadêmica. Bauru, Canal 6, 2017, 275 p.

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

HOSENEY, R.C. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Minnesota-USA, AACC, p.76-87, 1990.

KNIPLING, E. F. Insect colonization and mass production. In: SMITH, C. N. (Ed.) **Insect colonization and mass production**. New York: Academic Press, 1966. p. 1-12.

LIMA, A. A. **Comparação de dietas artificiais para criação de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e avaliação da qualidade de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em criações massais**. 2011, 113 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade Vegetal, Segurança Alimentar e o Ambiente) - Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2011.

MACEDO, N.; MACEDO, D.; CAMPOS, M. B. S.; NOVARETTI, W. R. T.; FERRAZ, L. C. C. B. Manejo de pragas e nematoides. In: SANTOS, S. F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e etanol – Tecnologias e Perspectivas**. Viçosa (MG): Os editores, 2012, p.119-160.

MACHADO, R. M. D.; TFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; VICENTE, E.; TOLEDO, M. C. F. Presença dos ácidos benzóico e sórbico em vinhos e sidras produzidos no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 4, p. 847-850, 2007.

MANFREDI-COIMBRA, S.; GARCIA, M. S.; LOECK, A. E.; BOTTON, M.; FORESTI, J. Aspectos biológicos de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em dietas artificiais com diferentes fontes proteicas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 259-265, 2005.

MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z.; DALRI, A. B. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica* na sobrevivência de *Diatraea saccharalis* e na eclosão do parasitoide *Cotesia flavipes*. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, p. 83-90, 2013.

MILANO, P.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ODA, M. L.; CÔNSOLI, F. L. Efeito da alimentação da fase adulta na reprodução e longevidade de espécies de Noctuidae, Crambidae, Tortricidae e Elachistidae. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 172-180, 2010.

MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; COUDRON, T. A. Artificial diet development for entomophagous arthropods. In: MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; SHAPIRO-ILAN, D. I, (eds.), **Mass production of beneficial organisms invertebrates an entomophatogens**, Massachusetts: Academic Press, p. 203-240, 2014.

MOREIRA, S. C. S. **Anticontaminantes alternativos como substitutos ao formaldeído na dieta artificial para criação de insetos**. 2017, 121 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

NAVA, D. E., DIEZ-RODRIGUEZ G. I., MELO, M., AFONSO A. P. S. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Hypercompe indecisa* em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p.1665-1669.

OLAK, P. A.; AMARANTE, J. Análise dos custos de produção dos agentes biológicos para controle de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar: Um estudo de caso em laboratório de produção massal. **ABCustos**, v. 9, n. 3, p. 107-145, 2014.

OLIVEIRA, N. C. **Regulação da microbiota intestinal de hospedeiros permissivo e não-permissivo por *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2015, 94 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. *In: Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 21-35, 2009.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD. M. L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD. M. L. *In: Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 37-90, 2009.

PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. PARRA, J. R. P. *In: Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 91-174, 2009.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 2001, 134 p.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 143-161, 2002.

PARRA, J. R. P.; MILANO, P.; CONSOLI, F. L.; ZERIO, N. G.; HADDAD, M. L. Efeito da nutrição de adultos e da umidade na fecundidade de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 1, p. 49-57, 1999.

PARRA, J. R. P.; MIHSFELDT, L. H. Comparison of artificial diets for rearing the sugarcane borer *In*: ANDERSON T. E.; LEPPLA N. C. (eds.). **Advances in insect rearing for research & pest management**. San Francisco: Westview Press, p.195-209. 1992.

PINTO, A. S.; RODRIGUES, L. R.; OLIVA, M. B. Uso de armadilhas de feromônio para a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* spp., em canaviais. Piracicaba: **Occasio**, 2019. 24 p.

REGUILÓN, C.; PEREYRA, P. M.; ORDANO, M.; SALVATORE, A.; BARROS, M. V.; SANTOS, E. M.; VICENTE CANO, M. A. V. Evaluación de los efectos de la composición de la dieta artificial para la cría de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) y *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 46, n. 1, p. 45-57, 2014.

REZENDE, V. B.; LINS, A. B.; REZENDE, A. A. A.; SPANÓ, M. A.; SOUSA, N. C. Avaliação do efeito modulador da levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae* m.) sobre a genotoxicidade induzida pela doxorrubicina em *Drosophila melanogaster*. **Revista Biol. Neotrop**, v. 10, n. 2, p. 9-17, 2013.

ROTTA, M. A. **Utilização do ácido ascórbico (vitamina C) pelos peixes.**, Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 54 p, (**Doc., 49**).

RÔDAS, P. L.; OLIVEIRA, H. N.; GLAESER, D. F. Liberação do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar. **Interciência**, v. 44, n. 5, p. 287-290, 2019.

SANDOVAL, S. S.; SENÔ, K. C. A. Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 243-258, 2010.

SANTANA, W. S.; GONZAGA, K. S.; ARAÚJO, I. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, G. F.; BATISTA, J. L.; LOPES, G. N. Dietas artificiais utilizadas no desenvolvimento larval de *Ceratitidis capitata* (Wied.) 1824. *In: Semana de Agronomia*, 15, 2019. João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: UFP, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Note/Downloads/9211-33868-1-PB%20(3).pdf. Acesso em 22 jun. 2020.

SANTOS, R. F. **Desenvolvimento de nova embalagem para comercialização, transporte e liberação do parasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2015, 74 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SANTOS, R. F. **Qualidade do parasitoide *Cotesia flavipes*, Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) produzido por biofábricas de diferentes regiões do Brasil**. 2018, 76 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.

SIMI, L. D. **Susceptibilidade das fases do ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) à ação de fungos entomopatogênicos**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal 2010.

SIMPSON, S. J.; RAUBENHEIMER, D. **The nature of nutrition**: a unifying framework from animal adaptation to human obesity. Princeton: Princeton University Press, 2012. p. 167-193.

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Applied Insect Science**. v. 5, n. 4, p. 357-362, 1983.

SOUZA, A. M. L.; ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimento por *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae), *Heliiothis virescens* (Fabr.) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 11-17, 2001.

SOUZA, J. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; COSTA, J. T. Divergência genética de cultivares de cana-de-açúcar quanto à resistência a *Diatraea saccharalis*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3367-3376, 2013.

SOUZA, J. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; PERECIN, D.; COSTA, J. T.; PEIXOTO, M. L. Preferência de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981) (Hymenoptera: Braconidae) por lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) alimentadas com diferentes cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 916-923, 2014.

SOUZA, J. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; PERECIN, D.; COSTA, J. T.; RIBEIRO, Z. A. Não preferência para oviposição e alimentação da broca-da-cana por cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 3, p. 291-295, 2017.

ÚNICA: Portal do Agronegócio - **Safra de cana-de-açúcar 2019/20**. Disponível em: [http:// www.portaldoagronegocio.com.br](http://www.portaldoagronegocio.com.br). Acesso em: 11 jun. 2020.

VACARI, A. M.; GENOVEZ, G. S.; LAURENTIS, V. L.; BORTOLI, S. A. Fonte proteica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. **Bragantia**, v. 71, n. 3, p. 355-361, 2012.

VANDERZANT, E. S. Defined diets for phytophagous insects. In: SMITH, C. N (ed.), **Insect Colonization and Mass Production**, New York: Academic Press, p. 273-303, 1966.

VIEL, S. R. **Avaliação da qualidade de produção e de busca pelo hospedeiro de *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório**. 2012, 109 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E. S.; CASTRO, L. A. S.; RAPHAELLI, C. O.; KROLOW, A. C. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018. 8 p.