

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CAMPUS DE MARECHAL  
CÂNDIDO RONDON**

**ELY PIRES**

**DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO MASSAL DO MANDAROVÁ-DA-MANDIOCA,  
*Erinnyis ello* L. 1758 (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2019**

ELY PIRES

**DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO MASSAL DO MANDAROVÁ-DA-MANDIOCA,  
*Erinnyis ello* L. 1758 (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Orientador: Dra. Vanda Pietrowski

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Pires, Ely

Dieta Artificial para Criação Massal do Mandarová-da-Mandioca, *Erinnyis ello* L. 1758 (Lepidoptera: Sphingidae)/ Ely Pires; orientador(a), Vanda Pietrowski, 2019. 71 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Agronomia Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

1. Controle biológico. 2. Bioinseticida a base de vírus. 3. *Erinnyis ello*. 4. *Manihot esculenta* Crantz. I. Pietrowski, Vanda. II. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

**ELY PIRES**

Dieta artificial para criação massal do mandarová-da-mandioca *Errinyis ello* L. 1758  
(Lepidoptera: Sphingidae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Fitossanidade e Controle Alternativo, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Bráulio Santos

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Luis Francisco Angeli Alves

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

José Renato Stangarlin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Julio César Guerreiro

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Rudiney Ringenberg

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)

Marechal Cândido Rondon, 26 de fevereiro de 2019

Aos meus queridos e admiráveis pais João Pires e Diomara Pires, pelas palavras de conforto e sabedoria que me sustentaram em meio às dificuldades, pelo apoio, dedicação, compreensão e, por sempre acreditarem que eu pudesse chegar até aqui: realizar um sonho.

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos,

A DEUS, por dar-nos a oportunidade de evoluirmos com o dom da vida, pela proteção diária, força e paciência nas horas de fraqueza e pelos ensinamentos recebidos como filho.

Aos meus pais, João Pires e Diomara Pires que foram meus maiores incentivadores nos meus estudos, que nunca mediram esforços para continuar me incentivando a cada dia. Nos momentos difíceis e de alegria sempre estiveram comigo. Vocês não me deram tudo que queriam, mas me forneceram o que eu necessitava. Agradeço imensamente cada palavra de incentivo, cobrança e consolo durante todo esse período. Sou muito grato por tê-los ao meu lado. Devo-os a minha vida.

Aos meus irmãos Geneci Pires, Elias Pires, Roseni Pires, por todos os conselhos, orações enfim, por tudo. Sempre me motivaram trilhar o caminho certo.

À minha Esposa Cleonice S. M. Pires e filha Kamila M. Pires e também ao Amauri Júnior Dalazen, pelo apoio, incentivo, compreensão e companheirismo. Apenas eu sei o quanto foram importantes tê-las ao meu lado durante essa jornada. Minha eterna gratidão.

A professora orientadora Dra. Vanda Pietrowski que se prontificou em me orientar durante este período. Obrigado por aceitar a me orientar e, dessa forma, contribuir de forma imprescindível em minha vida profissional. Obrigado pelos ensinamentos.

Ao professor Dr. Luis F. Angeli, do curso de Ciências Biológica da Unioeste de Cascavel, por se prontificar em me ajudar em todos os sentidos, seja através de orações, apoio, companheirismo, ensinamentos. Nunca esquecerei e serei eternamente grato por tudo que tens feito por mim e minha família, muito obrigado.

Ao Programa de Pós-Graduação Stricto sensu em Agronomia (PPGA) da Unioeste de Marechal Cândido Rondon, pela oportunidade de realização deste curso. A todos os professores do PPGA pelos ensinamentos durante o transcorrer das disciplinas. A todos os professores do departamento de mestrado/doutorado que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos professores Cláudio, José Renato, Vanda, Gilberto.

Às secretárias do PPGA da Unioeste, em especial a Leila Dirlene Allievi Werlang pelo comprometimento, atenção e auxílio. Durante todos os anos seu tratamento manteve-se sempre exemplar, digno de todos os elogios.

Enfim, todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho, ficam aqui meus agradecimentos.

Muito obrigado!

“Confie no senhor e faça o bem; assim você habitará na terra e desfrutará segurança.  
Deleite-se no Senhor e ele atenderá aos desejos do seu coração”. Salmo 37:3-4

## RESUMO

PIRES, Ely. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, novembro de 2018. **Dieta artificial para criação massal do mandarová-da-mandioca, *Erinnyis ello* L. 1758 (Lepidoptera: Sphingidae)**. Orientadora: Vanda Pietrowski.

A primeira parte do experimento foi conduzido na estufa semiclimatizada da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste, no município de Marechal Cândido Rondon. A segunda fase foi realizada em estufa semiclimatizada e em laboratório climaticamente controlado, cedido pela Unioeste de Cascavel. Este trabalho teve como avaliações: teste piloto, avaliações dos diferentes tipos de dietas artificiais formuladas, quantidade de mortalidade larval por caixa e quantidades de vírus produzidos por caixa. *Erinnyis ello* é considerado uma das principais pragas da cultura da mandioca *Manihot esculenta* Crantz, 1766 (Malphigiales: Euphorbiaceaea). Este estudo teve como objetivo principal desenvolver uma dieta artificial que apresenta viabilidades para criação massal de *E. ello* L. (1578) (Lepidoptera: Sphingidae), as dietas D1, D2, D3, D4, D7, D8 e D9 foram elaboradas tendo como base a dieta de Pegoraro (2006), tendo esta apresentado melhores resultados em relações as dietas de Greene et al. (1976) e Bellotti (2010) utilizada em um teste piloto para obtenção de uma dieta padrão. As dietas D4, D5 e D6 apresentaram melhores resultados, destacando-se entre estas a D6. Dentre as formuladas a partir da dieta padrão as D8 e D9 apresentaram os piores resultados com 100% de mortalidade larval, seguida pela D2 com menor viabilidade em todas as fases biológica. As demais dietas D1, D3, D4 e D7 foram intermediárias em relação aos resultados. A presença de folhas de mandioca, toxidez devido a concentração de anticontaminantes e deficiências nutricionais podem ser os principais fatores responsáveis pelas mortalidades de *E. ello*. Para estes estudos foram medidos os parâmetros de desenvolvimentos, viabilidades e durações de períodos (larvais, pupais, pré-pupa, adultos), razão sexual, massa de pupas, densidade de insetos e quantidades de calda larvais com vírus produzidas por caixa. O delineamento experimental inteiramente casualizado foi utilizado para o teste piloto com três tratamentos mais testemunha (folha de mandioca da variedade baianinha) e 30 repetições, já para as avaliações dos diferentes tipos de dietas artificiais formuladas foram realizados nove tratamentos mais testemunha (folha de mandioca da variedade baianinha) e 60 repetições. Em

relação ao ensaio com o número de sobrevivências de lagartas até o terceiro ínstar em caixa plástica, a densidade de 50 larvas foi a que apresentou melhor resultado. Para este ensaio foi utilizado 4 tratamentos e 5 repetições, sendo cada uma delas representada por 10 larvas de até o terceiro ínstar. Outro experimento foi realizado com larvas a partir do terceiro para avaliação da relação da concentração de vírus *Baculovirus erinnyis* com quantidades de caldas larvais obtidas por caixa plástica. Observou-se que a concentração de 1 g em pó contendo vírus para 110 g de dieta artificial foi a que apresentou melhor resultados. Para este ensaio foi utilizado a análise de regressão polinomial. A dieta D6 se destacou com resultado altamente expressivo entre as demais dietas obtendo valores muitos próximos ou mesmo superior a testemunha. Acredita-se que esta seja uma dieta artificial promissora para uma criação massal do mandarová-da-mandioca.

Palavra-chave: *Nutrição de insetos. Manihot esculenta Crantz. EreLGV.*

## ABSTRACT

PIRES, Ely. Stat University of Western Paraná, November 2018. **Artificial diet for the mass rearing of mandarová-da-cassava, *Erinnyis ello* L. 1758 (Lepidoptera: Sphingidae)**. Advisor: Vanda Pietrowski

The first part of the experiment was conducted in the semi-heated greenhouse of the State University of Western Paraná-Unioeste, in the municipality of Marechal Cândido Rondon. The second phase was carried out in a semiclimatized greenhouse and in a climate controlled laboratory, provided by the Unioeste de Cascavel. This work had as evaluations: pilot test, evaluations of the different types of artificial diets formulated, amounts of larval mortalities per box and amounts of virus produced per box. This study had as main objective to develop an artificial diet that presents viability for mass rearing of *Erinnyis ello* L. (1758) (Lepidoptera: Sphingidae), which is considered one of the main pests of *Manihot esculenta* Crantz, 1766 (Malphigiales: Euphorbiaceae). The diets D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9 were elaborated based on the diet Pegoraro (2006), which presented better results in relation to the diets of Greene et al. (1976) and Bellotti (2010) used in a pilot test to obtain a standard diet. The diets D5 and D6 were not based on the standard diet nor any other specific for insect breeding. The diets D4, D5, D6 presented better results, among them D6. Between the formulations from the standard diet D8 and D9 presented the worst results with 100% larval mortalities, followed by D2 with lower viability in all biological phases. The other diets D1, D3, D4, D7 were intermediate in relation to the results. Presence of manioc leaves, toxicity due to the concentration of antipollutants, nutritional deficiencies may be the main factors responsible for *E. ello* id mortalities. For these studies were measured the parameters of development, viability and durations (larvae, pupae, pre-pupa, adults), sex ratio, pupae weight, insect density and amounts of virus per box. The completely randomized experimental design was used for the pilot test with three more control treatments (cassava leaf of the baianinha variety) and thirty repetitions, already for the evaluations of the different types of artificial diets formulated nine treatments were performed plus control (cassava leaf of the baianinha variety) and sixty repetitions. In relation to the test with the number of caterpillar survival up to the third instar in plastic box, the density of 50 larvae presented the best results. For this test, 4 treatments and 5 replicates were used, each of them represented by 10 larvae up to the third instar. Another experiment

was carried out with larvae from the third to evaluation of the virus *Baculovirus erinnyis* concentration ratio with quantities of larval groats obtained by plastic box. It was observed that the concentration of 1 g of virus to 110 g of artificial diet was the one that presented better results. Polynomial regression analysis was used for this assay. The D6 diet was highlighted with a highly expressive result among the other diets obtaining values that were very close or even higher than the control. It is believed that this is a promising artificial diet for a mass creation of mandarin-da-cassava.

Keyword: *Nutrição de insetos. Manihot esculenta Crantz. Baculovirus erinnyis.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1 CULTURA DA MANDIOCA .....	4
3.2 INSETOS-PRAGA ASSOCIADOS À CULTURA DA MANDIOCA.....	5
<b>3.2.1 Mandarová-da-mandioca</b> .....	<b>7</b>
3.3. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS INSETOS .....	17
<b>3.3.1 Nutrição dos insetos</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2 Dieta artificial</b> .....	<b>19</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1 CRIAÇÃO DE <i>E. ello</i> NA UNIOESTE CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PR .....	23
4.2 CRIAÇÕES DE <i>E. ello</i> E AVALIAÇÕES DOS EXPERIMENTOS – UNIOESTE CAMPUS DE CASCAVEL.....	24
4.3 ENSAIO – SELEÇÃO DE DIETA BÁSICA PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE <i>E. ello</i> .....	25
4.4 ENSAIO PARA AJUSTE DA DIETA BASE PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE <i>E. ello</i> .....	29
4.5 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE LAGARTAS POR CAIXA PADRÃO DE CRIAÇÃO.....	33
4.6 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CALDAS CONTENDO VÍRUS OBTIDOS A PARTIR DE CADA CAIXA DE CRIAÇÃO .....	33
<b>5 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
5.1 SELEÇÃO DE DIETA BÁSICA PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE <i>E. ello</i> .....	34
5.2 ENSAIO PARA AJUSTE DA DIETA BASE PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE <i>E. ello</i> .....	40
5.3 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE LAGARTAS POR CAIXA PADRÃO DE CRIAÇÃO.....	55
5.4 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VÍRUS OBTIDOS A PARTIR DE CADA CAIXA DE CRIAÇÃO .....	56
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>59</b>

<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em nível mundial, sendo os estados do Pará, Paraná e Bahia respectivamente os maiores produtores (CONAB, 2018). Embora cultivada em todos os Estados brasileiros, na safra 2017 o Brasil produziu 20,9 mil toneladas, 11,8% menor que a safra de 2016 (IBGE 2018). Ainda segundo os dados levantados por este órgão, a produção média foi de 14,9 toneladas por hectare, no entanto, nos estados do Paraná e São Paulo, onde os cultivos são mais tecnificados, esse rendimento foi em média de 26,0 toneladas por hectare.

Esta cultura apresenta grande versatilidade, com possibilidade de aproveitamento de toda a parte aérea e raiz, tanto na alimentação humana como animal (CONAB, 2018). Além de se desenvolver em condições adversas de diferentes tipos de solos e fatores climáticos, assume importantíssimo papel sócio econômico, como a principal fonte alimentar e de subsistência de populações mais carentes, em diversos países.

Porém, essa cultura, como tantas outras, apresenta problemas como a ocorrência de inseto-praga causando prejuízos. Como destaque tem-se o *Erinnyis ello* L. 1758 (Lepidoptera: Sphingidae), considerado uma das principais pragas e conhecido popularmente como mandarová-da-mandioca (FAZOLIN et al., 2007).

Este inseto é considerado uma das mais severas pragas, com elevada capacidade de consumo foliar, causando grandes desfolhas, o que consequentemente reduz a produtividade, além de contribuir com a entrada de microrganismo patogênicos, pelas lesões na planta (FAZOLIN et al., 2007). A partir do quarto ínstar larval tem-se o maior potencial de dano, correspondendo neste período a mais de 75% da capacidade total de desfolha (BARRIGOSI et al., 2012). Durante o período larval chega a consumir em média até 1.107 cm<sup>2</sup> de área foliar (FARIAS, 1991).

Dentre as diversas alternativas de controle do mandarová-da-mandioca destacam-se os usos do controle químico e biológico, contudo as estratégias de controle biológico apresentam-se cada vez mais promissoras, como é o caso do uso do *Baculovirus erinnyis*. O emprego de vírus no controle do mandarová-da-mandioca, além de proporcionar controle efetivo das larvas, é ambientalmente seguro (BELLOTTI et al., 1999; FARIAS, 2003).

O vírus que atua no controle do mandarová tem ocorrência natural no campo, porém, na maioria das vezes, principalmente nos ataques iniciais da praga, sua quantidade é insuficiente para manter a praga abaixo do nível de dano econômico, havendo a necessidade de aplicações adicionais deste vírus. Contudo, considerando que os vírus são parasitas obrigatórios, ou seja, exigem a presença do hospedeiro para ser replicar e, como não há uma metodologia de criação massal em nível de laboratório do *E. ello*, a produção deste bioinseticida é dependente da coleta de lagartas infectadas a campo.

Pela dependência da coleta em campo e pela desuniformidade do estágio de infecção que essas lagartas apresentam, a qualidade do produto final nem sempre é adequada, podendo haver pouca quantidade de partículas virais infectivas, com lotes finais desiguais.

Para evitar este problema, uma das opções é a criação da lagarta em grande escala em laboratório e, conseqüentemente, a obtenção de um bioinseticida com maior qualidade. Porém, considerando o elevado consumo de folhas pela lagarta, sua criação sobre o hospedeiro natural torna-se difícil e oneroso. Portanto, há necessidade de desenvolvimento de uma dieta artificial para criação massal de *E. ello* em laboratório, independentemente de sua ocorrência natural, que possibilite escala de produção do baculovirus.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma dieta artificial para produção massal do mandarová-da-mandioca *E. ello*, em laboratório, visando a produção em larga escala do *Baculovirus EreLGV*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros biológicos de *E. ello* alimentado em diferentes dietas artificiais;
- Definir metodologia de criação massal de *E. ello* em laboratório.
- Avaliar os níveis de mortalidades relacionados aos 3º, 4º e 5º ínstars -  
Quantificar a massa de calda com vírus dentre cada tratamento

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CULTURA DA MANDIOCA

Embora haja algumas discussões sobre a origem exata do gênero *Manihot*, há consenso de que foi na região amazônica, provavelmente na região amazônica brasileira, pois o Brasil é o maior centro de domesticação da mandioca (CARVALHO et al., 2017). Este gênero pertencente a ordem *Malpighiales*, família *Euphorbiaceae* (com 98 espécies, das quais a espécie *M. esculenta* é a que apresenta maior importância econômica (TANTIADO, 2012; THAKUR; PATIL, 2012). Esta espécie, no Brasil, recebe diferentes nomes populares, dependendo da região de cultivo, sendo os mais comuns aipim, macaxeira ou simplesmente mandioca (VIEIRA et al., 2013).

A produção de mandioca distribui-se em todos os estados brasileiros, sendo as maiores concentrações na região norte com 37%, nordeste 24%, sul com 22%, sudeste 11% e Centro Oeste com 6%. Nas regiões sul e sudeste predominam as indústrias de féculas e farinha (SEAB, 2018).

A mandioca é uma cultura muito versátil, podendo ser empregada em diversos seguimentos, principalmente na alimentação humana e animal. Na alimentação humana pode ser consumida como *in natura*, fécula, farinha e demais modificados produzidos para a indústria alimentícia (SOUZA et al., 2006). Na alimentação animal, além da raiz os animais consomem as partes aéreas da planta, seja *in natura* ou nas formas de feno e silagem (PERREIRA et al., 2016). Além da alimentação direta, o amido extraído da mandioca é utilizado nas áreas farmacêuticas, químicas, cosméticas e lubrificantes de peças industriais (LEONEL et al., 2012).

Esta cultura é considerada o quarto produto básico mais importante depois do arroz, trigo e milho e de vital importância na segurança alimentar de diversos países sendo seu cultivo base econômico de inúmeras pequenas propriedades familiares (CEBALLOS, 2012; FAO, 2013). Representa uma importante fonte de carboidratos e constitui a base energética da alimentação de comunidades, principalmente de regiões tropicais, além de ser importante fonte de matéria-prima para produtos agroindustrializados, como destacado anteriormente (FAO e IFDA, 2000; TAKAHASHI, 2002; CEBALLOS, 2012).

Embora nutricionalmente seja dado maior destaque as raízes, as folhas de mandioca apresentam em sua composição 18 aminoácidos essenciais responsáveis pelas formações das proteínas estruturais e enzimática que compõem a planta, além de conter elevados teores de minerais (cálcio, potássio, ferro) e principalmente as vitaminas A e C (GUERROUÉ et al., 1996; MODESTO et al., 2004).

Em sendo uma planta originária do Brasil e nutricionalmente rica, a mandioca pode servir de alimento para várias espécies de artrópodes, alguns com potencial de se tornarem pragas, outros não.

### 3.2 INSETOS-PRAGA ASSOCIADOS À CULTURA DA MANDIOCA

Dentre os fatores limitantes causadores do aumento dos custos de produção e a baixa produtividade da cultura da mandioca encontram-se diversas espécies de insetos-praga e ácaros-praga. Algumas das espécies de insetos pragas causam danos em períodos curtos de cultivo, estes são menos danosos devido à possibilidade de recuperação e estabilização de produtividade. Outras pragas permanecem causando danos por longo período, sendo estes danos mais preocupantes, nos quais em muitas das vezes as plantas não conseguem estabelecer a produtividade esperada (NORONHA et al., 2014; MODESTO JÚNIOR et al., 2016).

A cultura da mandioca, pelo tempo de cultivo que pode variar de 10 a 24 meses, apresenta diversos insetos-praga (BELLOTTI et al., 2012a). Estas espécies podem ser divididas em dois grupos, os que co-evoluíram com a cultura a têm como principal ou única fonte de alimento, sendo específicas e estando adaptadas a diversos graus de defesas bioquímicas da planta, incluindo o látex e o ácido cianídrico. O outro grupo se alimenta em períodos de escassez de alimento de forma oportunista, quando a única fonte de alimento disponível é a mandioca (BELLOTTI e SCHOONHOVEN, 1978; BELLOTTI, SMITH, LAPOINTE, 1999; FARIAS, 2002).

Ainda que vários insetos estejam associados à cultura, como a planta possui alta concentração de ácido cianídrico, tem uma alta capacidade de suporte e não possui um período crítico ao ataque, apenas algumas espécies são consideradas pragas. Dentre estas, as de maior importância são o mandarová (*E. ello*), o percevejo-de-renda (*Vatiga manihotae* e *Vatiga illudens*), ácaros (*Mononychellus* sp.; *Tetranychus* sp.), a mosca-branca (*Aleurotrachellus* sp.; *A.aipim*; *B.tuberculata*),

broca-da-haste (*Coelosternus* spp.) e as cochonilhas da parte aérea e das raízes (*Phytophaga manihoti*; *Phytophaga herreni*) (FARIAS, 2002; PIETROWSKI et al., 2010 ; BELLOTTI et al., 2012a).

Os danos indiretos pelos consumos das folhas, pecíolos e caule acarretam em maiores reduções de produtividade quando relacionados aos danos indireto (BELLOTTI et al., 2012a). Estudos indicam que pragas que atacam a cultura por longos períodos, entre três e seis meses, podem causar severas reduções nos rendimentos, devido ao consumo dos fluidos celulares das folhas e consequente redução fotossintética. Estes ataques podem levar a queda precoce de folhas e morte do meristema apical (BELLOTTI et al., 2012b).

A planta da mandioca é bem adaptada a longos períodos de seca graças a sua capacidade de reduzir a evapotranspiração através do fechamento parcial dos estômatos, incrementando eficientemente o uso da água (ALVES, 2006). No entanto, é nesse período que a cultura se encontra mais suscetível ao ataque de pragas pois, sob estresse hídrico, a queda acelerada de folhas velhas e a perda significativa de atividade fotossintética das folhas jovens exercem um importante papel na obtenção de carbono para a planta (COCK et al., 1985). Assim, a preferência dos insetos praga por folhas jovens da parte apical faz com que as perdas de rendimento na mandioca sejam maiores nas estações de seca. Uma vez que a cultura tem água disponível, através da chuva ou irrigação, a planta emite novas folhas aumentando seu potencial fotossintético e, conseqüentemente, sua capacidade de recuperação e compensação das perdas de rendimento (COCK et al., 1985; EL-SHARKAWY, 1993).

Entre as pragas de considerável importância econômica na cultura da mandioca estão os ácaros. A maioria das espécies de ácaros se alimenta das folhas, destruindo a epiderme e os parênquimas. Os sintomas são manchas, pontuações ou bronzeamento do limbo foliar, podendo ocorrer queda de folhas. Em regiões mais secas, como o nordeste brasileiro e a África, as perdas podem chegar a 80% (BELLOTTI et al., 1999; FARIAS, 2002).

Os percevejos-de-renda estão entre as pragas cuja importância vem crescendo no setor da mandiocultura (WENGRAT, 2016). Tanto a ninfa quanto o adulto atacam principalmente em períodos de seca, sugando a seiva das folhas, provocando pontuações amareladas que evoluem a marrom-avermelhadas, semelhante aos sintomas de ácaros. Estas lesões causadas pelo inseto podem ocasionar diminuição da fotossíntese e posterior queda das folhas quando em altas

populações (PIETROWSKI et al., 2010). A adoção de práticas de manejo que contribuam para o bom desenvolvimento da planta podem reduzir os danos causados pelo percevejo-de-renda, bem como a seleção de manivas-semente para plantio, a rotação de culturas e a utilização de variedades resistentes (FARIAS e ALVES, 2004; BELLOTTI et al., 2012a).

Outra praga importante para a cultura é a mosca branca, com distribuição em diversas regiões do planeta e 11 espécies descritas (SCHIMITT, 2002). Os danos, causados por adultos e ninfas podem ocorrer pela sucção direta do floema, provocando amarelecimento e encrespamento das folhas e podendo culminar queda das folhas (BELLOTTI et al., 2012b). Além disso, são responsáveis pela transmissão de viroses e seus excrementos favorecem o desenvolvimento da fumagina. As perdas variam com a duração do ataque (BELLOTTI et al., 2012a).

A broca-da-haste também possui reconhecida importância, principalmente em países neotropicais como a Colômbia, Venezuela e Brasil (SOUZA e REIS, 1986). As larvas penetram na haste principal produzindo longas galerias, sendo o principal dano a seca das hastes acima do local de ataque, podendo levar a morte das plantas, a perda de quantidade e qualidade de maniva-semente para novos plantios, além da redução da produção (SOUZA e REIS, 1986, CARVALHO et al., 2009).

As cochonilhas são insetos que atacam tanto a parte aérea quanto as raízes. Os danos provocados na parte aérea podem ser provocados tanto pela fase jovem como por adultos (BELLOTTI et al., 2002). Quando em ataques mais severos, ocorrem a queda de folhas, deformação de brotos e ramos e encurtamento de entrenós (TAKAHASHI e GONÇALO, 2005).

Além das espécies descritas, aquela que é considerada a mais importante para a cultura, devido ao seu elevado potencial de dano, é o mandarová (BELLOTTI et al., 1983; ARIAS et al., 2001; FAZOLIN et al., 2007; BELLOTTI et al., 2012a).

### **3.2.1 Mandarová-da-mandioca**

### 3.2.1.1 Distribuição geográfica

Há evidências de que *E. ello* seja uma praga originária do Brasil, sendo constatada nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo no final do século 19 (FAZOLIN et al., 2007). Segundo Bellotti et al. (1983), este inseto tem se apresentado apenas no continente americano com registros de ocorrência desde a América do Sul até a América do Norte na fronteira com o Canadá.

Provavelmente, a razão de sua extensa distribuição seja a sua capacidade migratória e ampla adaptação climática e gama de hospedeiros (ARIAS et al., 2001; FARIAS, 2002; MAIA, BAHIA, 2010; BELLOTTI et al., 2012b).

### 3.2.1.2 Épocas de ocorrência

A época de ocorrência do mandarová está diretamente relacionada às condições climáticas variando de acordo com a região. É uma praga de ocorrência esporádica podendo não ocorrer em determinados anos ou surgirem em quantidades insignificantes (BELLOTTI et al., 1983; FARIAS, 2001).

No Brasil, pode ser encontrado durante o ano todo, mas geralmente surgem entre os meses de dezembro e março com picos populacionais diferenciados conforme as regiões, mas normalmente associados com altas temperaturas e o início da estação chuvosa (BELLOTTI e SCHOONHOVEN, 1978; SOUZA e FIALHO, 2003). Segundo Pietrowski et al. (2010), na região Centro Sul do Brasil os danos mais significativos ocorrem entre outubro a abril, mas pode ocorrer com menor intensidade populacional em qualquer época do ano.

### 3.2.1.3 Plantas hospedeiras

A larva de *E. ello* pode se alimentar de mais de 35 espécies vegetais diferentes abrangendo 10 famílias, das quais a mais importante é a *Euphorbiaceae*, com aproximadamente 20 espécies, sendo que em pelo menos 75% destas, havia a presença de látex (BELLOTTI e ARIAS, 1982).

Dentre as Euforbiaceas, três espécies são as principais hospedeiras: *Manihot esculenta*, *Hevea brasiliensis* (seringueira) e *Euphorbia heterofila* (leiteiro) (BELLOTTI et al., 2012a; SANTOS et al., 2014). Além da mandioca, o mandarová pode alimentarse de outras plantas de importância econômica como mamoeiro (*Carica papaya*), tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), fumo (*Nicotiana tabacum*), algodoeiro (*Gossypium herbaceum*) e goiabeira (*Psidium* spp.) (CARVALHO, 1980; RITZINGER; SOUZA, 2000). Segundo Ribeiro et al. (2008), este inseto pode também ocasionar danos em mamona.

#### 3.2.1.4 Danos e prejuízos

O mandarová é um dos insetos-praga mais importantes para a cultura da mandioca devido aos danos diretos e indiretos provocados pela desfolha e destruição de hastes e brotações. Tais danos podem culminar na redução da produtividade das raízes e nos teores de amido (BELLOTTI et al., 2012b). Em plantas jovens, de dois a cinco meses, a diminuição nos rendimentos é maior do que em plantas mais velhas, entre seis a dez meses (FARIAS et al., 1980; FAZOLIN et al., 2007).

Estimativas indicam que as perdas na produtividade podem variar de 10% a 50%, de acordo com a idade da planta, intensidade do ataque, variedade, fertilidade do solo e as condições ambientais. Em cultivos mais desenvolvidos os danos são indiretos, pois com a destruição da folhagem a planta utiliza as reservas armazenadas nas raízes para a rebrota (BELLOTTI et al., 2002). Em plantações jovens, ataques mais severos podem levar a morte das plantas, além de atuar como porta de entrada para patógenos através de ferimentos e lesões. Além disso, o material de propagação também pode ser afetado, comprometendo o plantio (FAZOLIN et al., 2007; BELLOTTI et al., 2012a). Em plantações de dois ciclos os danos são menores, uma vez que as plantas se recuperam com maior facilidade, em função da maior área foliar e das reservas disponíveis nas raízes (SCHMITT, 2011).

Diversos estudos em laboratório e casa-de-vegetação demonstraram que as lagartas podem consumir até 1.107 cm<sup>2</sup> de área foliar durante o ciclo de vida, o que corresponde em média a seis folhas, sendo 75% consumido no seu último ínstar (BELLOTTI e SCHOONHOVEN, 1978; BARRIGOSI et al., 2012; BELLOTTI et al., 2012a). Índices maiores do que 90 larvas por planta foram observados na Colômbia

por Arias e Bellotti (1984) e, segundo os autores, quando a população atinge essa magnitude, 100% da folhagem é consumida e as lagartas passam a alimentar-se de partes do talo e gemas, matando plantas jovens e migrando para áreas adjacentes.

Os resultados do trabalho de dano simulado desenvolvido por Barrigossi et al. (2012) indicaram que as perdas podem chegar até 94% com danos contínuos. Arias e Bellotti (1984), também trabalhando com dano simulado, observaram redução no amido das raízes quando os danos ocorreram a partir do sétimo mês de desenvolvimento das plantas.

### 3.2.1.5 Aspectos morfológicos e bioecológicos

#### Adulto

Os adultos são mariposas de hábito noturno e aspecto robusto, com envergadura das asas de 6,5 a 9,0 cm e grande capacidade de voo sendo as fêmeas mais desenvolvidas que os machos (BELLOTTI e ARIAS, 1982; FAZOLIN et al., 2007).

As asas das fêmeas possuem coloração acinzentada, apresentando duas faixas transversais irregulares e de coloração acastanhada, dispostas a um terço e dois terços do comprimento das asas. Nos machos, as asas também são acinzentadas, apresentando uma faixa longitudinal paralela à margem posterior, primeiramente, e depois à margem apical terminando junto do ângulo apical. As asas posteriores são de coloração alaranjada com uma faixa creme na margem anterior e uma faixa castanho-escura na borda da margem apical, (FARIAS, EZETA, DANTAS, 1980; SCHIMITT, 2002). No abdome, apresentam cinco faixas transversais pretas alternando com faixas cinzenta. (FARIAS, EZETA, DANTAS, 1980).

A fêmea adulta pode apresentar longevidade de até 19 dias (9 dias em média) e os machos até 15 (7 dias em média). A cópula ocorre, comumente, durante a noite e nas primeiras 24 horas após a emergência dos adultos, enquanto a oviposição começa dois ou três dias depois. Os ovos são ovipositados individualmente e preferencialmente na face superior das folhas de mandioca, podendo ocorrer na face inferior, nos pecíolos e até mesmo nas hastes da planta (FARIAS, EZETA, DANTAS, 1980, BELLOTTI et al., 2012a).

O número de ovos por fêmea pode chegar a 1850 (BELLOTTI e ARIAS, 1982; BELLOTTI et al., 1989). Carvalho (1980), utilizando gaiolas em campo, obteve em média 404 ovos por fêmea, quando estas foram colocadas de forma coletiva, enquanto com fêmeas individualizadas foram obtidos em média 1.310 ovos. Bellotti et al. (2012a) citam que sob confinamento, uma fêmea pode ovipositar até 1.800 ovos em toda a sua vida.

## Ovo

O ovo de mandarová tem forma elipsoide, liso e desprotegido, medindo aproximadamente 1,5 mm de diâmetro. Logo após a postura, é brilhante e de cor verde intensa. À medida que vai se processando o desenvolvimento embrionário adquire coloração amarelada com grande número de pontuações avermelhadas. O período médio de incubação do ovo é de três a cinco dias podendo, de acordo com as condições climáticas, variar até os seis dias (SILVA et al., 1981; BELLOTTI et al., 1999; FAZOLIN et al., 2007).

## Lagarta e pré-pupa

O mandarová-da-mandioca para atingir o seu máximo desenvolvimento passa por cinco instares ou estádios larvais que duram de 12 a 15 dias, dependendo das condições climáticas (BELLOTTI e ARIAS, 1982; BELLOTTI et al., 2012a).

A lagarta no primeiro instar mede aproximadamente 5 mm de comprimento, coloração amarelada, com a parte dorsal ligeiramente esverdeada, caracterizando-se pela presença de um apêndice filamentosos no seu último segmento abdominal, delgado e muito desenvolvido em relação ao seu tamanho. Este apêndice caudal pode ser usado como um parâmetro de distinção dos diferentes estádios de desenvolvimento larval, característica importante para o momento de controle da praga (ARIAS e BELLOTTI, 1984; SCHIMITT, 2002).

No segundo instar sua coloração é alterada para um tom acinzentado escuro que, após a ingestão de algum alimento, adquire cor verde. Todos os instares larvais mostram variação na cor, porém isto é mais comum durante o terceiro instar. As cores

podem variar desde verde, amarelo, vermelho, preto, cinza e marrom (FARIAS et al., 1980). De acordo com Bellotti e Arias (1982) essa variação na coloração depende de fatores como a aglomeração de larvas na planta, a qualidade de do alimento consumido, as condições climáticas entre outros fatores que possam submeter às larvas a estresse. Estrias esbranquiçadas formam-se na região dorsal do corpo e no terceiro segmento nota-se uma mancha preta arredondada que circunda um ponto vermelho.

Ao atingirem o desenvolvimento larval máximo, medindo 10 a 12 cm (BELLOTTI et al., 1982), cessam a alimentação e migram para o solo a procura de um terreno fofo e úmido, encontrado geralmente debaixo de restos de palha ou de folhas secas, onde se enterram a uma profundidade de aproximadamente 5 cm e completam as fases de pré-pupa e de pupa. Na fase pré-pupal, a lagarta encolhe e diminui um pouco o seu tamanho, altera a cor e torna-se praticamente imóvel passando para a fase de pupa (FARIAS et al., 1980; BELLOTTI et al., 2012a).

## Pupa

O mandarová na fase de pupa é bastante delicado inicialmente tornando-se em pouco tempo, enrijecido. A parte anterior da pupa, correspondente à cabeça do inseto, é arredondada e grossa e a parte posterior, delgada e afilada na ponta. Apresenta coloração variável de castanho claro a castanho escuro, com algumas estrias pretas. O tamanho da pupa varia de 4 a 6 cm de comprimento e ao ser incomodada, movimentada bruscamente os últimos segmentos abdominais a fim de defender-se. O período pupal varia de 15 a 26 dias. Em alguns casos, quando as condições ambientais não são favoráveis, a pupa pode permanecer no solo por vários meses em um estado de latência chamado diapausa (FARIAS et al., 1980; BELLOTTI e ARIAS, 1982; BELLOTTI., 1989).

Na fase de pupa é possível diferenciar machos e fêmeas. No macho, a abertura genital, chamada de gonóporo, localiza-se no nono segmento, enquanto que na fêmea, encontra-se na união do oitavo e do nono segmento e tem a forma de “V” invertido. A distância entre poro anal e o gonóporo é menor no macho em relação à fêmea. No macho, o gonóporo apresenta-se em relevo enquanto que, na fêmea, é liso, dificultando a visualização (BELLOTTI et al., 2012a).

## Ciclo evolutivo

O ciclo evolutivo do mandarová compreende desde a fase de ovo até a emergência do adulto variando entre 26 e 55 dias, dependendo das condições climáticas (BELLOTTI et al., 1982, FAZOLIN et al., 2007).

### 3.2.1.6 Monitoramentos e principais métodos de controles de *E. ello*

A eficiência de controle do mandarová está intimamente ligada em seu monitoramento e observação da chegada da praga ao cultivo. O monitoramento pode ser feito com o uso de armadilhas luminosas para capturar adultos ou com amostragens semanais para diagnosticar a presença de ovos e adultos, informações importantes na tomada de decisão para o controle (PIETROWSKI et al., 2010).

Dentre os diversos métodos de controles destacam-se os químicos, físico, cultural e biológico. O baculovírus vem apresentando maiores eficiências no controle do mandarová, além de oferecer segurança humana possibilita também a redução dos impactos ambientais (FAZOLIN et al., 2007). Segundo Maia; Bahia (2010), após a aplicação a campo de *baculovirus erinnyis* em larvas de terceiro ínstar, obtiveram mortalidade de 98% do mandarová.

O controle químico é mais empregado para as grandes áreas de cultivos de mandioca e a catações de ovos e lagartas, são as formas mais viáveis empregadas principalmente aos pequenos produtores na redução de danos na mandioca pelo mandarová (DIAS et al., 2014).

## Controle biológico

*E. ello* é uma praga que possui inúmeros inimigos naturais que atuam com grande eficiência de seu controle, sendo eles parasitoides e predadores ou a bactéria entomopatogênica (*Bacillus thuringiensis*) e o vírus *Baculovirus EreLGV* (AGUIAR et al., 2010; PIETROWSKI et al., 2010). Cada vez mais o controle biológico vem se

destacando no cenário agrícola como empregos alternativos de controle de pragas agrícolas.

### Parasitóides e predadores

Estudos comprovam a eficiência de controle de mandarová através da ação de diversos parasitóides, destacando-se o *Trichogramma* sp. Uma das principais vantagens destes parasitóides é que o parasitismo ocorre na fase de ovo, impedindo a saída das larvas e qualquer tipo de danos ocorrido por esta espécie (PARRA et al., 2002).

A importância econômica no emprego das diversas espécies de parasitóides da família Trichogrammatidae fez deste inseto o mais estudado e utilizado no controle de diversas pragas (MAGALHÃES et al., 2012). Na cultura da mandioca vem demonstrando eficiência de mais de 50% de parasitismo em mandarová (BELLOTTI et al., 2002).

Oliveira et al. (2010), avaliando ovos de *E. ello* parasitados no estado de Mato Grosso do Sul, constataram a presença somente de parasitóides da família Trichogrammatidae. Neste estudo foram identificadas três espécies diferentes de *Trichogramma* parasitando ovos do mandarová, sendo *T. manicobai*, *T. marandobai* e *T. pretiosum*.

### *Bacillus thuringiensis*

Os bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* também tem eficiência de controle do mandarová, quando aplicado em lagarta com no máximo 3º ínstar, contudo, não permite que o agricultor produza seu próprio produto para aplicações posteriores. Esta bactéria mata pela liberação de toxinas no intestino do inseto associado com a infecção que ela causa. Os inseticidas biológicos a base de *B. thuringiensis* registrados para o controle do mandarová são o Dipel WP, Helymax WP, Bac - Control Max WP, Bac – Control WP (AGROLINK, 2018).

## Vírus entomopatogênicos

Embora se conheça mais de setecentos vírus controlando insetos pragas distribuídos nas diversas culturas, muitos deles não apresentam eficiência devido a pequenas quantidades presentes naturalmente no campo (ALVES et al., 1998). Uma das principais dificuldades de produção de vírus entomopatogênicos pelo processo *in vivo* é a obtenção de grande quantidade de insetos (FINKLER, 2012). A multiplicação natural do vírus a campo apresenta-se controle ineficiente do Mandarová, devido à baixa multiplicação do vírus relacionado a alta incidência populacional e níveis de danos expressivos deste inseto a cultura da mandioca. Criação do mandarová em laboratório em dieta artificial como hospedeiro do baculovírus EreLGV pode ser um dos principais sistemas de multiplicação do vírus no emprego de forma eficiente no controle do *E. ello*.

O mais importante grupo de vírus entomopatogênicos são os baculovírus, pertencentes à família *Baculoviridae* (ALVES et al., 1998). Os vírus desta família são os mais estudados e apresentam maior eficiência de controle, principalmente em insetos da ordem Lepidoptera (ARAÚJO et al., 2014). Esta família anteriormente era composta principalmente pelos gêneros Nucleopoliedrovírus e Granulovírus (VPN e VG) (GÓMEZ et al., 2008), porém, novos estudos indicaram quatro gêneros, sendo eles *Alphabaculovirus*, *Betabaculovirus*, *Gammabaculovirus* e *Deltabaculovirus* (ARORA, 2015), O granulovirus do mandarová foi incluído no gênero *Betagranulovirus* (ARDISSON-ARAUJO, 2014; BRITO et al, 2018; CURTAS et al., 2018).

A primeira descoberta da ação de um vírus no controle de *E. ello* ocorreu em 1980 na Colômbia. Lagartas possivelmente infectadas com vírus coletadas em campo foram encaminhadas ao Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Após estudos foi comprovado que o agente infeccioso causador da morte larval tratava-se de um baculovírus (Vírus da granulose – VG) (FAZOLIN et al., 2007). Já no Brasil, o vírus foi descoberto pela primeira vez na cidade de Cruzeiro do Sul – SC, no ano de 1986. Larvas coletadas em campo com possíveis sintomas de viroses foram encaminhadas a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (EPASC) para estudos e comprovação do agente biológico (ARAÚJO et al., 2014).

Através das purificações dos vírus coletados das larvas obtidas no campo da cidade de Cruzeiro do Sul, foi comprovado que o agente infeccioso se tratava de um vírus

ovalado, com tamanho inferior a 0,5 micrômetros, apenas um virion por envelope e que o DNA das partículas virais denominada de EeGV apresentava controle específico ao mandarová (SCHIMITT, 2002; SIHLER et al., 2014; ARAÚJO et al., 2014).

A partir desta confirmação, a pesquisadora da EPASC, Dr. Aurea Schmitt iniciou o desenvolvimento no Brasil do controle do mandarová com a utilização deste baculovirus (SCHIMITT, 1985; BELLOTTI et al, 2012b).

Este vírus apresenta elevada eficiência de controle do mandarová, contudo, para isso exige conhecimento do ciclo biológico e do monitoramento adequado da praga na lavoura. A aplicação deve ser feita quando as larvas estão no máximo no terceiro ínstar, equivalentes a 3 cm de comprimento e quando se tenha de 5 a 7 larvas pequenas por planta (MAIA; BAHIA, 2010; AGUIAR et al., 2010).

Para que haja a infecção, multiplicação e morte da larva pelo vírus, é necessário que haja a ingestão pela larva das partículas virais de *B. erinnyis*. Ao atingir o mesêntero do intestino médio do inseto, a proteína que reveste o DNA do vírus é degradada e libera os virions (partícula infectiva) que invadem e multiplicam-se nas células do intestino, iniciando-se o processo de infecção e invadindo posteriormente a hemocele do inseto, multiplicando-se e ocasionando a sua morte (ALVES et al., 1998; ARAÚJO et al., 2014; ARORA, 2015).

Geralmente quatro dias após a ingestão das partículas virais a larva para de se alimentar, não ocasionando mais danos. Períodos que antecedem a morte, ou seja, aproximadamente seis dias após a infecção a larva migra para o dossel da planta, ficando dependurada no pecíolo da planta. Os sintomas observados nas larvas após a ingestão e multiplicações do vírus incluem descoloração da cutícula, perda de movimento e incapacidade de alimentação (ARAÚJO et al., 2014; ARORA, 2015).

Para Secchi (2002), o emprego do baculovírus oferece diversas vantagens ecológicas, devido apresentar controle específico a determinada espécie de inseto, além de oferecer segurança a outros organismos que atuam no controle de pragas. Em relação ao controle químico, o bioinseticida apresentam maior proteção ao meio ambiente, sendo alternativas mais sustentáveis e ecológicas.

Controle químico

Os inseticidas químicos vêm sendo empregados no controle de insetos desde a década de 1950 e atualmente são os mais utilizados. Segundo Silva et al. (2012), para a cultura da mandioca isso não é diferente em relação a preferência dos produtores pelo uso do controle químico, seguido pelos controles biológicos.

Entretanto, para Carvalho et al. (2001), o controle químico para *E. ello* poderá afetar diretamente ou indiretamente a manutenção dos inimigos naturais, sendo estes responsáveis pelas manutenções das insetos pragas abaixo dos níveis de danos econômicos. Estudos comprovaram a influência da ação dos inseticidas químicos afetando a sobrevivência, capacidade de parasitismos, razão sexual e emergências dos adultos dos parasitoides.

Existem poucos inseticidas certificados e registrados para o controle do mandarová (BELLON et al., 2014). Os principais grupos e princípios ativos de inseticidas para controle do mandarová registrados no Brasil são Zeta cipermetrina (Piretróides), Profenofós (Organofosforado), Lufenuron (Benzoilfeniluréia) e Lambda cialotrina (Piretróides) (AGROLINK, 2018).

Zeta cipermetrina, Beta ciflutrina e Cipermetrina, Espinetoram são inseticidas do grupo dos piretróides, os quais agem por contato e ingestão, ocasionando a morte instantânea. Estes interferem na relação de Na e K provocando acúmulo na sinapse e morte do inseto (SANTOS et al., 2007).

Profenofós é um inseticida do grupo dos organofosforados, cuja ação ocorre por ingestão e contato. Age no sistema nervoso do inseto impedindo a ação da enzima acetilcolinesterase de realizar a quebra da acetil colina ocasionando acúmulo na sinapse e morte do inseto (KAMINSKI et al., 2008).

Lufenuron é um inseticida que se enquadra na classe dos fisiológicos pertencente ao grupo dos benzoilfeniluréia. Age no processo de deposição de quitina, quando da secreção da nova cutícula, fazendo com que ocorra má formação e morte do inseto. Este inseticida age somente no período larval, sendo mais eficientes nos instares iniciais (KAMINSKI et al., 2008).

O uso de controle químico só deverá ser utilizado após ter esgotados as demais formas de controle (PIETROWSKI et al., 2010; DIAS et al., 2014).

### 3.3. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DOS INSETOS

### 3.3.1 Nutrição dos insetos

A nutrição estuda os fatores qualitativos e quantitativos de uma alimentação que ofereça desenvolvimentos viáveis a todas as fases do inseto. As questões qualitativas estão relacionadas às reações químicas ocorridas de acordo com o tipo de alimento consumido. Já os fatores quantitativos estão relacionados a quantidade de alimento ingerido que será convertido pelo metabolismo do inseto (PARRA, 1991).

A qualidade e a quantidade de alimento ingerido na fase larval, estão diretamente relacionadas ao processo reprodutivo do inseto, podendo estes alimentos serem convertidos em ovos (SANTOS et al., 2000). As deficiências qualitativas e quantitativas de alimentos poderão afetar diretamente a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, peso, sobrevivência, fecundidade, longevidade, além da má alimentação na fase larval acarretar em pupas e adultos mal formados (PARRA, 1991).

De um modo geral as exigências nutricionais entre os insetos são bastante semelhantes, podendo para algumas espécies sofrer variações metabólicas de acordo com o tipo de alimento e reações químicas. Outros fatores relacionados às diferenças metabólicas do inseto estão relacionados a quantidade de alimento acumulada na fase larval (PARRA, 1991).

Para que haja desenvolvimento viável em todas as fases biológicas dos insetos, torna-se necessário que sejam oferecidos a eles alimentos balanceados com aminoácidos, vitaminas e sais minerais (nutrientes essenciais), carboidratos, lipídios e esteróis (nutrientes não essenciais), sendo estes devidamente balanceados. Além das questões nutricionais a dieta artificial deve conter características físicas como consistência, textura, formas e outros fatores que estimulem o consumo alimentar (PARRA, 1991).

O desenvolvimento do inseto baseia-se nos mesmos aminoácidos requeridos pelos mamíferos. As obtenções destes aminoácidos são obtidas através de uma dieta proteica e para isso os insetos aparentemente alimentam-se de todos os compostos orgânicos (MURDOCK; SHADE, 2002; FORTUNATO et al., 2007).

As enzimas exercem funções importantes no processo digestivo do inseto, sendo as enzimas amilase e lipase as mais importantes no início do processo

digestivo. A amilase atua diretamente na quebra de carboidratos e a lipase na transformação de lipídeos (PARRA, 1991).

Através das reações químicas ocorridas principalmente no mesêntero podem ativar diferentes enzimas que variam de acordo com a espécie de insetos, fases de desenvolvimento e a composição química de cada dieta (TERRA; FERREIRA, 1994).

O processo digestivo dos insetos inicia-se logo nas primeiras estruturas presente no aparelho bucal. Ao ingerir o substrato as glândulas salivares juntamente com enzimas auxiliam nos processos de digestão dos alimentos. Devido a alta concentrações enzimáticas e outros fatores importante que atuam no intestino médio (mesêntero) dos insetos durante o processo digestivo, torna – se esta estrutura uma das mais estudadas, principalmente nos insetos da ordem lepidóptera (SANTOS e TERRA, 1986; PILON 2008).

### **3.3.2 Dieta artificial**

A descoberta de nutrição de insetos a base de dieta artificial trouxe grandes avanços na área de pesquisas sobre todos os processos nutricionais relacionados aos metabolismos de diversas espécies de insetos. O surgimento das primeiras dietas artificiais foi realizado na década de 1970, e atualmente encontram-se milhares de dietas produzidas a inúmeras diferentes espécies de insetos (PARRA, 1991).

No Brasil, iniciaram-se estudos voltados a criação de insetos em dieta artificial no ano de 1969. Os primeiros trabalhos foram realizados no Departamento de Entomologia da ESALQ, em Piracicaba, SP. A primeira dieta artificial foi realizada para a criação de *Diatraea saccharalis* (Fabr: 1794) (Lep.: Crambidae) em laboratório (GALLO et al., 1969).

A ampla diversidade entre as espécies de insetos, conhecimento da fisiologia nutricional, além das demais características particulares comportamentais, morfológica, fisiológica, ecológica entre as espécies, dificulta estudos de metodologias de criação de dieta artificial adequada à determinada espécie de insetos (PARRA et al., 2012; COHEN, 2015).

Basicamente, para uma dieta artificial ser considerada completa deverá conter todos os ingredientes exigidos pelo inseto: a) Fontes proteicas: germe de trigo, farinha de soja, feijão, caseína, levedura de cerveja, derivados de milho, albumina e outros;

b) Fontes de lipídeos e esteróis: óleos vegetais, colesterol, ácido linolênico, ácido linoleico e outros; c) Fontes de sais minerais: diversas misturas de sais de Wesson; d) Fonte vitamínica: mistura fortificante de Vanderzant; e) Fontes de carboidrato: sacarose, frutose, glicose e outras; f) Agentes gelificantes: ágar, alginatos e similares; g) preservativos: Agentes fungistáticos, antibacteriano, antioxidantes, além das propriedades físicas (dureza, textura, homogeneização) e os fagoestimulantes (físicos e químicos). Dentre os diversos fagoestimulantes a sacarose, aminoácidos, ácido ascórbico são os mais utilizados, sendo estes responsáveis para estimular as funções gustativas, fazendo com que haja maior consumo da dieta pelo inseto (PARRA, 1998; PARRA, 1996; SOUZA et al., 2009).

Alguns aminoácidos, vitaminas e sais minerais denominados de essenciais são formadores de diversas proteínas que atuam em todos os processos metabólicos dos insetos. Os aminoácidos responsáveis pelas proteínas estruturais e enzimáticas são provenientes do feijão, soja, caseína, germe de trigo e estes devem ser inseridos em grandes quantidades na dieta, tendo em vista que não são produzidos pelo metabolismo do inseto (PARRA, 1991; VANDERZANT, 1974). Os carboidratos, lipídios e esteroides são considerado essenciais e servem como fontes energéticas (PARRA, 1991).

Segundo Guerroué et al. (1996) as folhas de mandioca são compostas por mais de vinte aminoácidos, destes a arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina fazem parte dos dez aminoácidos essenciais, sendo os demais sintetizados a partir destes. Necessariamente estes dez aminoácidos devem compor as dietas artificiais, nos quais atuam diretamente no desenvolvimento do inseto (PARRA, 2001).

Parra (1991) relata as funções dos constituintes presentes em uma dieta artificial tais como: a) aminoácidos: são proteínas utilizadas para as formações de proteínas estruturais, hormônios e enzimas; b) vitaminas: são essenciais praticamente a todos os insetos, nas quais são responsáveis pelas estruturações enzimáticas e formações de tecidos. As vitaminas mais utilizadas são o fortificante Vanderzant e a vitamina Vanderzant; c). sais minerais: são compostos inorgânicos responsáveis pelas estruturas rígidas, mas ainda há necessidade de estudos que esclareça as suas funções em dietas artificiais que favoreça o desenvolvimento do inseto; d) carboidratos: atuam como a principal fonte energética para os insetos. Além da função energética, possuem como função de reserva, isolante térmico, elétrica e proteção

mecânica; e) esteróis: são essenciais basicamente para todos os insetos, sendo responsável pelo crescimento larval e esclerotização de cutículas; f) água: necessidades fundamentais para todos os insetos, sendo que o corpo da maioria dos insetos contém no mínimo 70% de água.

A caseína é um composto que faz parte da dieta artificial de diversas espécies de insetos. Apesar de ser altamente rica em proteínas essenciais para o metabolismo do inseto, apresentam características que as tornam o processo digestivo muito lento, limitando a absorção de íons nos quais retardam o desenvolvimento do inseto. Uma das enzimas importantes no processo de hidrólise de proteínas da caseína é a protease que se liga a membrana do intestino médio, como demonstrados em experimentos realizados com *A. gemmatalis* por Xavier et al. (2005).

Para que uma dieta artificial seja viável a criação de insetos em laboratório deverá conter no mínimo 75% das condições nutricionais presentes na planta hospedeira. A similaridade dos compostos presente na dieta artificial com os das plantas hospedeira é um dos fatores mais importantes responsáveis pelos desenvolvimentos de todas as fases do inseto. Além da qualidade e quantidade nutricional a dieta artificial deverá proporcionar: alta viabilidade larval, adultos com alta capacidade reprodutiva, baixo custo, fácil aquisição de ingredientes, fácil preparação e que possa servir de alimentação para um maior número de espécies de insetos (SING, 1983; PARRA, 2000).

As concentrações nutricionais presentes nas folhas de mandioca podem variar de acordo com a variedade expressa em maior ou menor capacidade de obtenção dos nutrientes, estádios fisiológico da planta, condições nutricionais do solo e diferentes técnicas de extração dos nutrientes.

As condições nutricionais foliar apresentam quantidades semelhantes entre diversas espécies de mandioca. Em experimento realizado por Ortega-Flores et al. (2003), tendo como referência padrão as quantidades nutricionais obtidas em folhas de mandioca descrita pela FAO/WHO de 1973 expressa em g/100g, obteve-se em folha de mandioca da cultivar Branca de Santa Catarina as seguintes condições nutricionais: umidade (7.15), resíduo mineral fixo (6.84), proteína (20.77), extrato etéreo (6.83), fibra insolúvel (45.11) e solúvel (3.24) e carboidrato (10.6).

As maiores dificuldades em criar insetos em laboratório, objetivando uma criação massal estão na obtenção de uma dieta artificial que seja adequada ao desenvolvimento de todas as fases do inseto. Todas as fases biológicas como peso

corpóreo, tempo de desenvolvimento, período de sobrevivência e funções reprodutivas estão relacionados aos valores qualitativos e quantitativos e que estes devem ser devidamente balanceados em uma dieta (SCHOWALTER, 2011; PARRA et al., 2012; CORRÊA, 2006).

Embora ainda, para algumas dietas faltam ajustes de metodologias para que haja desenvolvimento completo de todas as fases do inseto, já outras promissoras tais como trabalhos realizados por: Bavaresco (2004), com dieta artificial para *Spodoptera cosmioides* (walke.) (Lep.: Noctuidae), Fukuzawa et al. (2004) com dieta artificial de *Ostrinia palustralis* (Hubner, 1796) (Lep.: Crambidae), Bernardi et al. (2000) com dieta artificial para *Corcyra cephalônica*, Mihsfeldt, (1985) em dieta artificial para *D. saccharalis*, Genc e Nation (2004) com dieta artificial de *Phyciodes phaon* (Edwards) (Lep.: Nymphalidae).

Basicamente não foram encontrados trabalhos científicos sobre criação de *E. ello* em dietas artificiais. Pegoraro (2006) apresenta um resumo em congresso sobre a criação de *E. ello* em meio artificial, no qual obteve 47% de sobrevivência no final do ciclo larval, com porcentagens de mortalidades decrescentes com o avanço dos ínstar, sendo 100, 85, 81, 60 e 47% para o 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ínstar respectivamente. Outro trabalho foi realizado por Bellotti no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), como base para outras possíveis formulações de dietas para criação de *E. ello*, porém, este trabalho não foi publicado, sendo os ingredientes e ano da formulação da dieta obtidos com informação pessoal do pesquisador.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

A criação de *E. ello* para realização dos experimentos foi feita inicialmente em estufa Área Experimental de Cultivo Protegido e Controle Biológico Professor Mário César Lopes, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná-Unioeste, Marechal Cândido Rondon – PR, localizada nas coordenadas de latitudes 24°33'S, longitude de 54°02'O e altitude de 363 m. Posteriormente a criação passou a ser realizada em estufa na Área Experimental de Ciências Biológicas da UNIOESTE Campus de Cascavel – Pr, localizada nas coordenadas geográficas de latitudes (24 56' 26" S) e longitudes de (53 33' 32" O) e 685 m de altitudes.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia da UNIOESTE Campus de Cascavel.

Tanto para alimentar a criação, como para os experimentos, em ambos os locais, foram utilizadas plantas de mandioca da variedade Baianinha, cultivadas em vasos plásticos de 5 L, contendo solo e composto orgânico (10%). As manivas foram cortadas com aproximadamente 20 cm e plantadas verticalmente nos vasos.

Após seu consumo pelas larvas do mandarová, as plantas foram podadas, adubadas e deixadas para brotarem (Figuras 1 e 2). De acordo com o período de cultivo e o número de podas, as plantas foram substituídas por novos plantios.



Figura 1- Manivas podadas



Figura 2- Novas brotações após a poda

#### 4.1 CRIAÇÃO DE *E. ello* NA UNIOESTE CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PR

A colônia inicial de *E. ello* foi estabelecida a partir de pupas coletadas em campo, em novembro de 2014, em áreas de cultivo comercial de mandioca no distrito de Curvado, município de Marechal Cândido Rondon, PR.

As pupas foram colocadas em caixas plásticas (55x32x18 cm), abertas, contendo uma camada aproximada de 5 cm de vermiculita levemente umedecida ao fundo. Para emergência dos adultos e considerando a exigência de espaço para vôo e cópula destes, as pupas foram colocadas em uma gaiola de 2 x 2 x 6 m (altura, largura e comprimento, respectivamente), com estrutura de ferro e tela antiáfídica. As caixas com as pupas foram colocadas sobre bancada construída com canos de PVC, nos quais foi passada graxa automotiva a fim de evitar a subida de possíveis predadores, como ratos e lagartixas.

Esta gaiola foi montada em estufa semi-climatizada com parede de argila, exaustores e irrigação por aspersão três vezes ao dia, por cinco minutos, a fim de

manter a temperatura abaixo dos 35 °C, principalmente no período de verão. No inverno os exaustores eram desligados e a irrigação reduzida.

Os adultos foram alimentados com dieta a base de mel (10g); ácido sórbico (1g); metil parahidroxibenzoato (1g); sacarose (60g); água destilada (1L). A solução foi mantida em geladeira e quando servido aos adultos foi inserido cada 75% da solução 25% de cerveja e colocados em frascos plásticos com algodão embebido na dieta, pendurados na gaiola, conforme realizado por Campo et al. (1985). A solução foi mantida por um período máximo de 7 dias na geladeira, sendo essa eliminada quando não utilizada neste período de armazenamento. Para oviposição foram colocados, no interior da gaiola vasos com plantas de mandioca. Os ovos foram depositados em todas as estruturas aéreas da planta, tendo a fêmea maior preferência pelas folhas. A cada dois dias as plantas com os ovos foram retiradas da gaiola e substituídas por novas plantas. As plantas retiradas da gaiola foram transferidas para as bancadas presentes na estufa.

As larvas se alimentaram diretamente das plantas cultivadas nos vasos e, quando necessário, foram acrescentadas plantas retiradas do campo, principalmente nos últimos ínstar, quando o consumo é maior.

No final do 5º ínstar, as larvas foram transferidas para bandejas (40x60x10 cm) contendo ao fundo 5 cm de vermiculita levemente umedecida. Sobre estas bandejas foram colocadas folhas de mandiocas para alimentar das larvas até que atingissem a fase de pré-pupa, quando se enterravam na vermiculita para empupar.

Após a formação das pupas, estas eram colocadas novamente na gaiola de emergência e o ciclo era novamente realizado, mantendo-se desta forma a criação.

#### 4.2 CRIAÇÕES DE *E. ello* E AVALIAÇÕES DOS EXPERIMENTOS – UNIOESTE CAMPUS DE CASCAVEL

A criação na Unioeste, Campus de Cascavel, foi mantida seguindo os procedimentos descritos anteriormente com a diferença de que a estufa não era semiclimatizada, contudo a temperatura média ao longo do ano da região podendo variar entre (8 a 28 °C), sendo esta inferior a de Marechal Cândido Rondon com temperatura entre (12 a 31 °C) (CLIMATEMPO, 2019).

Quanto a estrutura física, a gaiola apresentou-se menor dimensão com 1,7x1,0x3,0 m em relação a gaiola construída na Unioeste em Marechal Cândido Rondon 2 x 2 x 6 m (altura, largura e comprimento, respectivamente), porém, atendia a necessidade de espaço para cópula.

#### 4.3 ENSAIO – SELEÇÃO DE DIETA BÁSICA PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE *E. ello*.

Visando partir de uma dieta básica, para realizar os estudos de ajuste de dieta para a criação do mandarová, foram selecionadas três dietas, a saber (Tabela1).

- 1) Dieta de Greene: Esta dieta foi desenvolvida por Greene et al. (1976) e tem sido a dieta padrão para desenvolvimento de várias espécies de lagartas;
- 2) Dieta de Bellotti (Tabela 1): Dieta testada pelo pesquisador já falecido Anthony Bellotti, não publicada e cuja constituição foi repassada de suas anotações;
- 3) Dieta de Pegoraro: única dieta publicada (PEGORARO, 2006), para mandarová, porém em anais simples de congresso, sem muitos detalhes.

Para preparo das dietas, os respectivos ingredientes foram quantificados, em recipientes individualizados e acrescidos conforme recomendações para preparo de dietas (PARRA, 2001). Inicialmente a água e o ágar foram misturados e aquecidos, mexendo continuamente, para dissolução do ágar. Em seguida foram adicionados os demais ingredientes que suportavam aquecimento em ponto de fervura. Estes ingredientes foram misturados com a água e ágar e mantidos em fogo por cinco minutos após a fervura.

Os ingredientes, ácido sórbico, ácido ascórbico, antibiótico, formaldeído, nipagin, sais de wesson e solução vitamínica, foram acrescidos à dieta, conforme o caso, após atingir 55 °C.

Após o preparo, as dietas foram distribuídas em potes plásticos com tampa, tampadas e armazenadas em geladeira para serem oferecidas às larvas, a medida que houvesse demanda.

Para a seleção da dieta básica a ser utilizada, dentre as três descritas anteriormente, foi implantado ensaio no qual, larvas de mandarová foram individualizadas em potes plásticos descartáveis e alimentadas com as respectivas

dietas. Como testemunha as larvas foram alimentadas com folhas de mandioca, variedade baianinha.

Tabela 1: Constituintes descritos em dietas artificiais para seleção de dieta base para criação de *Erinnyis ello*.

Ingredientes	Dietas		
	Pegoraro	Bellotti	Greene
Germe de trigo	35,0 g		200,0 g
Lev. de cerveja	7,0 g	8,0 g	125,0 g
Sais Wesson	6,0 g		
Açúcar	14,0 g		
Ác. Ascórbico	2,0 g	0,5 g	12,0 g
Ác. Sórbico	1,0 g	0,5 g	6,0 g
Nipagin	0,5 g	0,5 g	10,0 ml
Formaldeído	0,10	0,75 cc	12,0 ml
Ágar	6,0 g	13,0 g	46,0 g
Água	250,0 ml	250 cc	3,400 ml
Caseína	3,5 g		75,0 g
Colesterol	0,05 g	0,5 g	
Estreptomicina	0,015 g	0,02 g	
Glucose	0,5 g		
Ácido linoleico	0,25 g		
Celulose	10,0 g		
KOH 4M	0,5 g		
Fubá de milho		19,0 g	
Farinha		7,25 g	
Sais de Wesson		2,0 g	
Leite em pó		4,0 g	
Azeite de milho <sup>1</sup>		2,0 cc	
Multivitaminas <sup>2</sup>		2,50 cc	20,0 g
Folha de mandioca desidratada <sup>3</sup>		3,50 g	
Feijão			250,0 g
Tetraciclina			250,0 g
Proteína de soja			100,0 g

<sup>1</sup> Substitui o Ácido Linoleico <sup>2</sup>Niacinamida - 1,0mg.; Pantotenato de cálcio - 1,0mg.; Riboflavina - 0,50mg.; Tiamina - 0,25mg.; Piridoxina - 0,25mg.; Ácido Fólico - 0,25mg.; Biotina - 0,02mg (mg/100g de dieta artificial) (PARRA, 1996).<sup>3</sup>Folhas de mandioca da variedade Baianinha

Devido não haver especificação do tipo de farinha na dieta Bellotti, esta foi substituída por 19,0 g de germe de trigo. Na dieta de Greene foi convertido a quantidade de (ml) para (g) de nipagin e ácido sórbico (Tabela 1).

Foram utilizadas larvas de 1º ínstar oriundas da criação mantida no laboratório. Para tal, com auxílio de pincel de cerdas macias, foram cuidadosamente coletados os ovos das plantas de mandioca presentes na gaiola de criação, estes foram lavados com hipoclorito de sódio a uma concentração de 2 % por 3 minutos e enxaguado em água destilada por três vezes, a fim de evitar contaminação, principalmente por vírus. Foram então depositados sobre um papel filtro umedecidos para completarem seu desenvolvimento embrionário.

Após a eclosão, as larvas foram transferidas, de forma individualizada para potes plásticos descartáveis de 100 mL, com cada das dietas em teste. Permaneceram nestes potes até o 3º ínstar, quando foram então, em virtude do seu tamanho, transferidas para potes plásticos descartáveis de 1000 mL.

No quinto ínstar foi acrescentado ao fundo do pote 5 cm de vermiculita umedecida, para o empupamento. Para isolar a dieta do contato com a vermiculita, esta foi colocada sobre uma pequena tampa plástica (Figura 3).

Quarenta e oito horas após a formação da pupa, estas foram pesadas, com auxílio de balança de precisão e sexadas em microscópio estereoscópio. Estas foram novamente colocadas nos frascos com vermiculita ao fundo, no qual foi adicionada uma espátula de madeira de 14,0 x 1,5 cm, para permitir ao adulto emergido, se fixar e estender suas asas (Figura 4). A razão sexual foi determinada através da fórmula:  $rs = \frac{\text{fêmea}}{\text{fêmea} + \text{macho}}$  (SILVEIRA NETO et al., 1976).



Figura 3 – larvas de *Erinnys ello* em 5º ínstar sobre placa com vermiculita simulando o solo para formação após emergência do adulto de pupas.

O ensaio foi conduzido até início da fase adulta anotando-se mortalidade de cada ínstar, de pré-pupa e de pupa; duração dos ínstars e do período larval, de pré-pupa e pupa; peso de pupa, proporção sexual e porcentagem de adultos

deformados. A limpeza dos potes e as avaliações foram realizadas diariamente e sempre que necessário, as dietas e as folhas foram substituídas.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 35 repetições por tratamento, sendo que cada repetição foi constituído de uma larva individualizada. Os dados coletados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade e posteriormente a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Os dados foram transformados em Raiz quadrada ( $\sqrt{x+0.5}$ ). O software utilizado para a análise estatística foi o Minitab 18.

#### 4.4 ENSAIO PARA AJUSTE DA DIETA BASE PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE *E. ello*.

A partir dos resultados obtidos no ensaio descrito no item 4.3, selecionou-se uma dieta na qual o inseto apresentou melhores parâmetros e, a partir desta, foram feitos vários ajustes na dieta a fim de buscar melhorar a viabilidade e performance dos insetos alimentados com as respectivas dietas. Os ajustes (inclusão, exclusão e alteração da quantidade dos ingredientes) são indicados na tabela 2.



*Tabela 2 – Diferentes tipos de dietas e quantidades de ingredientes baseado a partir da dieta básica para criação do E. ello*

Ingredientes	Dietas					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Ácido ascórbico	4,0 g	4,0 g	2,19 g	3,79 g	2,50 g	2,39 g
Ácido sórbico	4,0 g	4,0 g	2,19 g	11,89 g	0,87 g	1,19 g
Açúcar	14,0 g	14,0 g	7,67 g	26,52 g	25,00 g	16,76 g
Ágar	23,0 g	21,0 g	20,27 g	21,86 g	25,00g	32,13 g
Água	1,000 ml	1,000 ml	1,000 ml	1,000ml	1, 000 ml	1,000 ml
Amido de milho	-	-	-	-	-	35,92 g
Amoxicilina	0,06 g	0,06 g	0,03 g	0,028 g	0,019 g	0,018 g
Caseína	14,0 g	21,0 g	11,50 g	9,47 g	12,50 g	-
Colesterol	0,50 g	0,50 g	0,27 g	-	-	-
Farinha de soja	-	-	-	-	-	23,95 g
Feijão branco	-	-	-	-	112,50 g	107,78 g
Folha de mandioca <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-
Formaldeído (38%)	3,50 ml	3,50 ml	1,91 ml	1,89 ml	1,25 ml	1,79 ml
Germe de trigo	140,0 g	197,0 g	152,32 g	113,68 g	112,50 g	89,82 g
Glicose	-	-	-	0,94 mL	-	0,59 ml
Isoflavona	-	-	-	-	-	11,97 g
Leite em pó	-	-	-	-	-	35,92 g
Levedo de cerveja	28,0 g	40,0 g	21,91 g	18,94 g	8,75 g	11,97 g
Nipagin	2,0 g	2,0g	1,09 g	0,94 g	0,87 g	0,59 g
Óleo de girasol <sup>2</sup>	1,0 ml	1,0 ml	0,54 ml	2,84 ml	1,87 ml	1,79 ml
Proteína de soja	-	-	-	-	37,50 g	-
Sais de Wesson	-	-	-	-	-	7,18 g
Solução vitamínica <sup>3</sup>	-	-	-	-	5,85 ml	5,98 ml
Vitamina Vita Gold <sup>4</sup>	8,0 ml	8,0 ml	4,38 ml	10,81	-	-

<sup>1</sup> Folha de mandioca da variedade baianinha

<sup>2</sup> substitui o Ácido Linoleico

<sup>3</sup> Niacinamida - 1,0g.; Pantotenato de cálcio - 1,0g.; Riboflavina - 0,5g.; Tiamina - 0,25g.; Piridoxina - 0,25g.; Ácido Fólico - 0,25g.; Biotina - 0,02g.; Cianocobalamina 350,0 mcg/2ml; (dissolvidos em 1.000 ml de água).

<sup>4</sup> Vitamina A – 15,000,000,00 U.I.; Vitamina D3 – 4,000,000,00 U.I.; Vitamina E – 1,000,00 mg U.I.; Vitamina B1 – 4,000,00 mg U.I.; Vitamina B2 – 1,500,00 mg U.I.; Vitamina B6 – 20000,0 mg U.I.; Vitamina B12 – 4,800,00 mcg U.I.; Nicotinamida – 10,000,00 mg.

Para obtenção das folhas de mandioca desidratada, presentes nas dietas 8 e 9, foram coletadas aleatoriamente folhas do terço apical, médio e basal da planta, variedade Baianinha. Estas foram desinfestadas em hipoclorito a 3%, durante 3 min e posteriormente colocadas em sacos de papel Cráft e levadas estufa de circulação forçada de ar (55 °C) por até 72 horas, conforme Bueno et al. (2017). Após este procedimento as folhas foram maceradas com auxílio de um cadinho e pistilo até a formação de pó. O armazenamento ocorreu em potes plásticos devidamente esterilizados e mantidos em ambiente seco. As coletas das folhas de mandioca foram feitas na área experimental de Ciências Biológicas da Unioeste - Campus de Cascavel-PR.

As dietas foram avaliadas, quanto a sua adequabilidade ao mandarová seguindo a mesma metodologia descrita no item 4.3. Como testemunha foram utilizadas folhas da variedade Baianinha.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 60 repetições por tratamento, sendo que cada repetição foi constituído de uma larva individualizada. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 %. O software utilizado para a análise estatística foi o Minitab 18.

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE LAGARTAS POR CAIXA PADRÃO DE CRIAÇÃO.

Uma vez definida a melhor dieta para a criação do mandarová-da-mandioca e visando o desenvolvimento de metodologia de criação massal em grande escala para a produção de baculovirus, foi realizado experimento para definir o número de lagartas que seria viável criar por caixa de criação padrão utilizada por empresa produtora de baculovirus.

As caixas eram de plástico transparente (55x 32x18 cm), cujas tampas foram recortadas e colocadas tela antiafídica.

Considerando a melhor dieta do ensaio 4.4, foi montado o experimento. As larvas foram oriundas da criação mantida na área experimental de Ciências Biológicas da Unioeste - Campus de Cascavel-PR, conforme descrito anteriormente.

As larvas foram dispostas, nos números correspondentes aos tratamentos, em caixas de criação, com tudo 90 g de dieta e avaliadas diariamente até atingirem o terceiro ínstar. As dietas foram substituídas conforme a necessidade e, para evitar o seu ressecamento rápido, foi colocado entre a tampa antiafídica e a abertura da caixa, um plástico transparente com pequenos orifício para permitir a troca gasosa.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, sendo estes 25, 50, 75 e 100 larvas por caixa de criação, com cinco repetições, sendo cada caixa uma repetição. Foi avaliado a duração dos ínstars e a mortalidade larval. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. O software utilizado para a análise estatística foi o Minitab 18.

#### 4.6 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CALDAS CONTENDO VÍRUS OBTIDOS A PARTIR DE CADA CAIXA DE CRIAÇÃO

Para facilitar o cálculo e o manuseio foi realizado 500 ml de dieta para cada tratamento (50, 80, 110 e 140 g). Para cada tratamento foi colocado 1g em pó (caulim)

contendo *baculovirus EreLGV* obtido industrialmente. Quanto maior for a quantidade de dieta (tratamentos) menor será a concentração de vírus. A proporcionalidade de concentrações de vírus relacionados a cada tratamento foram obtidos através de estudo matemático denominado regra de três.

Após a realização da dieta, e esta ao atingir 55 °C, será colocado 1g de pó (caulim) contendo vírus e misturado com Mix uniformizando o vírus em toda a dieta. Finalmente a dieta será vertida em potes devidamente esterilizados e levado a geladeira. De acordo com a necessidade alimentar as dietas serão retiradas da geladeira e cortadas com tamanhos semelhantes e servidos as larvas, quando necessário.

As larvas serão submetidas as dietas artificiais contendo vírus somente quando atingirem o terceiro instar, permanecendo na dieta até a mortalidade ou transformação em pupa.

As larvas mortas de cada tratamento foram maceradas sobre uma peneira cônica fina de inox com 10 cm de diâmetro utilizada para fazer chá e a calda contendo vírus foi pesado em balança analítica de precisão. Através de uma balança analítica será pesada a calda de cada repetição, obtendo uma média de cada tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, sendo eles, 50, 80, 110 e 140 g da dieta contendo 1 g em pó (caulim) de vírus para cada tratamento. Foram realizadas cinco repetições, sendo esta representada por 10 lagartas de terceiro instar.

Os parâmetros avaliados foram a mortalidade larval, o instar em que a larva morreu e o peso final da calda obtidas das larvas mortas pelo vírus. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. O software utilizado para a análise estatística foi o Minitab 18.

## **5 RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **5.1 SELEÇÃO DE DIETA BÁSICA PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE *E. ello*.**

Os resultados do desenvolvimento larval obtido com as dietas iniciais básicas de Pegoraro (2006) e Greene, para criação de *E. ello* são mostrados na tabela 3. Na dieta de Bellotti (Tabela 1), houve elevada mortalidade inicial, sendo que 100% das larvas morreram antes de finalizar o terceiro ínstar, portanto, os dados não foram considerados.

Diante da mortalidade total larval observada somente na dieta artificial do Bellotti (Tabela 1), entende-se que por ser a única dieta a apresentar folhas de mandioca desidrata, esta pode ser a causa mais provável da totalidade de morte larval. Os anticontaminantes poderia ser um fator que em alta quantidade poderia acarretar em mortalidades larvais pelas devido a toxidez, mas pode observar-se que a dieta realizada por Bellotti apresentou-se 1.57g, sendo a menor quantidade de anticontaminantes em relação as dietas Greene (1976) com 2.40g e Pegoraro (2006) com 4.14g que não apresentaram mortalidade larval de 100%. A caseína por apresentar compostos que reduz a digestão de algumas espécies de insetos como citado por Xavier et al., (2005), também pode ser descartada devido este constituinte não constar na dieta de Bellotti, conforme (Tabela 1).

Observa-se que, embora apresentando mais que o dobro da duração da fase larval, quando comparada à testemunha, a dieta de Pegoraro (2006) se apresentou mais adequada que a dieta de Greene et al. (1976) (Tabela 3).

Fato este não observado para a duração das fases de pré-pupa e pupa, que não diferiram estatisticamente da testemunha. Quanto ao peso de pupa, aquelas alimentadas com folhas de mandioca apresentaram peso estatisticamente superior às duas dietas testadas. Entre as dietas, novamente a dieta de Pegoraro apresentou pupas mais pesadas que a dieta de Greene.

A duração da fase larval de *E. ello*, quando alimentado com folhas de mandioca (15,6 dias) foi similar aos resultados obtidos por Barrigossi et al (2012) de 14 dias e com os de Tavares (2017) que foi de 13,8 dias, quando alimentado com diferentes variedades de mandioca. A duração da fase de pupa (14,2 dias) foi inferior e o peso de pupa (4,0 g), similar, aos resultados de Tavares (2017), que obteve 18,8 dias para pupa e 4,17 e 4,42 g para pupa de macho e de fêmea, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 – Duração média (dias) dos Ínstares e demais fases de desenvolvimento e peso de pupa de *Erinniys ello* (Lepidoptera: Sphingidae) alimentadas com duas dietas artificiais e em folhas de mandioca, variedade Baianinha (testemunha).

Dietas	1º Ínstar <sup>1</sup>	2º Ínstar	3º Ínstar	4º Ínstar	5º Ínstar	Fase larval	Pré-pupa	Pupa	Peso de pupa
Pegoraro	3,40 ± 0,08 b <sup>1</sup>	3,46 ± 0,09 b	5,65 ± 0,13 b	6,88 ± 0,16 b	16,88 ± 0,18 b	32,67 ± 0,63 b	2,88 ± 0,12 a	14,92 ± 0,28 a	3,38 ± 0,13 b
Grenee	4,65 ± 0,08 a	4,85 ± 0,08 a	6,61 ± 0,18 a	8,15 ± 0,20 a	17,94 ± 0,25 a	38,93 ± 0,60 a	3,00 ± 0,13 a	14,84 ± 0,42 a	2,37 ± 0,10 c
Testemunha	2,91 ± 0,04 c	2,14 ± 0,006 c	2,21 ± 0,07 c	3,18 ± 0,06 c	5,66 ± 0,09 c	15,61 ± 0,65 c	2,69 ± 0,08 a	14,24 ± 0,25 a	4,04 ± 0,15 a
CV (%)	11,73	12,96	14,44	12,66	6,65	7,29	16,69	10,70	15,54

<sup>1</sup> Dados transformados em: Raiz quadrada (x+0.5).

Considerando os resultados observados no desenvolvimento larval e peso de pupa (tabela 3), se observa que a dieta desenvolvida por Pegoraro, foi a que se apresentou melhor para o desenvolvimento de *E. ello*, quando comparada a dieta de Greene. Resultados que indicaram esta dieta como sendo a dieta básica para os trabalhos no sentido de desenvolver uma dieta que permitisse o desenvolvimento do inseto de forma similar à planta de mandioca.

A mortalidade dos diferentes ínstares larvais e da fase de larva são ilustrados na figura 5. A mortalidade total foi de 17% para a testemunha, 40% para as larvas alimentadas com a dieta de Pegoraro e 57% para as alimentadas com a dieta de Greene.

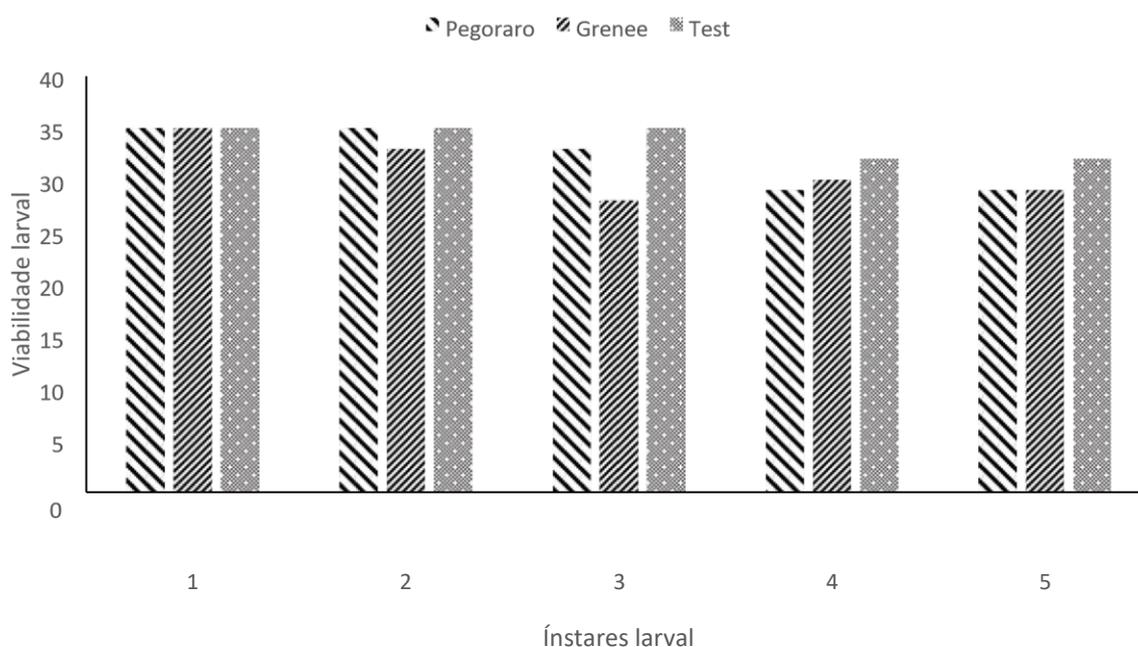


Figura 5- Viabilidade larval de *Erinnys ello* entre os ínstares alimentadas com dois tipos de dietas artificiais e com folhas de mandioca da variedade Baianinha (testemunha).

Os dados obtidos neste experimento demonstram que as dietas propostas por Greene, Pegoraro e Bellotti (Tabela 1), segundo postulado por Singh (1983) são inviáveis a criação, devido apresentar viabilidade larval de *E. ello* inferior a 75.0%, e não serem adaptadas a uma criação massal. Portanto, há necessidade de se evoluir em estudos buscando obter viabilidades superiores a obtida neste experimento.

Em trabalho apresentado por Pegoraro (2006), das 126 larvas apresentou-se viabilidade larval de 100% no primeiro instar. A mortalidade larval iniciou-se a partir do

segundo instar, reduzindo a viabilidade larval de acordo com avanço dos determinados instares 2º, 3º, 4º e 5º com respectivamente 85,0%, 81,0%, 60,0% e 47,0% de viabilidade.

O percentual de mortalidade obtido por Pegoraro (2006) foi de 53,0%, inferior ao obtido neste experimento. Esta diferença entre os resultados pode estar relacionada ao manuseio larval ou outros fatores não relacionados na descrição do trabalho. Em seu trabalho, o autor verificou que os percentuais de mortalidades aumentaram de forma gradativa conforme o desenvolvimento das larvas, tal qual observado neste trabalho.

Em relação a viabilidade larval apresentada neste experimento demonstra que as larvas submetidas a dieta realizada pelo Pegoraro apresentou maior percentual (60,0%) número de sobrevivência larval em relação a dieta de Greene (51,4%), diferenciando estatisticamente em si. Observa-se que houve diferença estatística entre a melhor dieta (Pegoraro) com a testemunha (94,2%), sendo esta diferença bem desproporcional entre si.

Para viabilidade de pupas foi observado que a dieta realizada por Pegoraro foi superior as demais dietas avaliadas apresentando 90,4% de viabilidade pupal em relação a segunda melhor dieta artificial realizada pelo Greene com 83,3%. A testemunha apresentou 94,3%. Apesar de apresentar viabilidade pupal próxima entre as dietas Pegoraro e a testemunha, mas mesmo assim diferenciaram-se estatisticamente entre si (Tabela 4).

Tabela 4 – Viabilidade das fases larval, pupa e adultos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) alimentadas com duas dietas artificiais e com folhas de mandioca, variedade Baianinha (testemunha).

Dietas	Larval	Pupas	Adultos
Pegoraro	60,0 b	90,4 b	95,2 b
Greene	51,4 c	83,3 c	83,3 c
Testemunha	94,2 a	94,3 a	97,1 a

No trabalho realizado por Pegoraro a viabilidade de pupa foi de apenas 13,0%, sendo este percentual bem abaixo dos resultados obtidos neste experimento. Acredita-se que as possíveis causas de mortalidades devem ter ocorridos pelas condições de manutenção das pupas, nos quais não se encontra mencionado no resumo realizado pelo autor. Quanto a este experimento a metodologia descrita no item 4.1 foi favorável a sobrevivência das pupas.

Em relação aos adultos, obteve-se maior viabilidade na testemunha (97,1%), seguida da dieta Pegoraro (95,2%) e a dieta Greene, com menor viabilidade (83,3%) (Tabela 4). Estas viabilidade foram muito superiores as observadas por Pegoraro (2006) utilizando esta mesma dieta, de apenas 9,0% de viabilidade. Este fator também pode estar relacionado a manutenção das pupas descrita no item 4.1, pois no caso deste trabalho a vermiculita ao fundo dos recipientes de criação permitiu um ambiente adequado para o empupamento. A idéia do emprego de vermiculita levemente umedecida partiu deste projeto em que se baseou em substrato semelhante ao solo, local este de empupamento de *E. ello* conforme figura 3.

Em relação ao sexo dos adultos, todas as fontes alimentares testadas originaram mais fêmeas que macho (Tabela 5). O maior porcentual de fêmeas foi obtido na dieta de Greene, com proporção de 2,2♀:1♂. Para as dietas de Pegoraro e para folhas de mandioca esta proporção foi menor, de 1,4 e 1,2 fêmeas para cada macho.

Observou-se que as larvas alimentadas com com as dietas Pegoraro e testemunha apresentaram números superiores de machos em relação a dieta Greene. A dieta Pegoraro apresentou-se maior viabilidade em relação dieta de Greene devido ao fato da proximidade de números de insetos machos e fêmeas, sendo este fator importante para criação de insetos em laboratório. Já a desproporcionalidade de emergências entre insetos machos (33,3) e fêmeas (66,6), pode acarretar em menor quantidade de insetos produzidos (Tabela 5).

Tabela 5 – Sexagem de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) alimentadas com duas dietas artificiais e com folhas de mandioca da variedade Baianinha (testemunha).

Dietas	Macho	Fêmea
Pegoraro	42,8 a	57,1 <sup>a</sup>
Greene	33,3 b	66,6 b
Testemunha	42,4 a	57,5 a

Analisando-se todos os dados obtidos neste experimento, pode-se inferir algumas questões, dentre a que as prováveis causas do longo período larval obtidos com as dietas artificiais, quando comparadas com a testemunha podem estar relacionadas à falta de adaptação a dieta, a deficiências nutricionais quantitativas e qualitativas, ausência de fagoestimulantes que estimule o consumo, toxidez pela

quantidade de anticontaminantes e deficiências quantitativas de nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento do mandarová-da-mandioca.

Na dieta de Pegoraro a presença do colesterol e ausência do complexo vitamínico pode ter também influenciado no desenvolvimento do inseto. Na dieta de Greene, a quantidade de antibiótico pode ter sido elevada, uma vez que esta dieta tem 60% mais de antibiótico que a de Pegoraro, o que pode ter interferido na duração do período larval, prologando esta fase.

Estudos realizados por Bavaresco (2004), mostraram que a quantidade de ácido ascórbico aumentou a duração de período larval de *Spodoptera cosmioides*. Contudo, este efeito não foi observado neste trabalho, uma vez que a dieta de Pegoraro tem 2,8 vezes mais ácido ascórbico que a dieta de Greene e a duração do período larval foi inferior para lagartas alimentadas com esta dieta (tabela 3).

## 5.2 ENSAIO PARA AJUSTE DA DIETA BASE PARA DETERMINAÇÃO DE DIETA ARTIFICIAL PARA CRIAÇÃO DE *E. ello*.

Os resultados de duração dos ínstaes e das fases de desenvolvimento de *E. ello* quando alimentadas com as diferentes dietas, formuladas a partir da dieta de Pegoraro, e com folhas de mandioca são mostrados na tabela 6.

Observa-se que todas as dietas testadas alongaram os ínstaes quando comparada às larvas alimentadas com folhas de mandioca. As dietas 5 e 6 foram as que, considerando o desenvolvimento larval, apresentaram valores mais próximos à testemunha, embora diferindo estatisticamente destas.

As dietas 8 e 9 apresentaram elevada mortalidade de 2 e 3º ínstar, com 100% de mortalidade no final do 3º ínstar. Barrigossi et al (2012) e Pratisoli et al (2002) mostraram que o maior consumo pela larva foi no 4 e 5º ínstar, obtendo um porcentual de 86 e 95,7%, respectivamente, do total consumido pela larva de *E. ello*. Segundo os autores, as exigências nutricionais de larvas nos primeiros ínstaes são baixas. Fato este que mostra que as dietas 8 e 9 são totalmente inadequadas nutricionalmente ao mandarová-da-mandioca, uma vez que as larvas, mesmo em uma fase de baixa exigência nutricional, morreram.

Para a duração do período de pré-pupa e pupa, não houve diferença estatística entre as diferentes dietas e a testemunha. Para peso de pupa as dietas 5

e 6 tiveram valores similares aos da testemunha, indicando que, mesmo alongando o período larval, as larvas conseguiram ingerir a quantidade necessária de nutrientes. Segundo Barrigossi et al. (2012) as larvas de *E. ello* aumentam a taxa de consumo quando o nível nutricional do alimento não é adequado. As demais dietas apresentaram pupa com pesos inferiores aos das alimentadas com folhas de mandioca, demonstrando que, mesmo alongando o período larval, no qual a larva teve mais tempo para ingerir a dieta, ao final houve carência de nutrientes, formando pupas menos pesadas.

Tabela 6 - Duração (dias) dos ínstar e fases de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) criados em diferentes dietas artificiais (D1 a D9) e em folhas de mandioca, variedade Baianinha.

Dietas	1 ° Ínstar	2 ° Ínstar	3 ° Ínstar	4 ° Ínstar	5 ° Ínstar	Período larval	Pré-pupa	Pupa	Peso de pupa
Dieta 1	5,20±0,09 a	3,51±0,21 a	5,30±0,15 b	6,56±0,21 a	15,68±0,61 ab	36,36±0,58 a	2,84±0,15 ab	14,36±0,42 a	2,63±0,13 c
Dieta 2	4,66±0,06 b	4,23±0,12 a	6,86±0,28 a	6,69±0,38 a	16,26±0,46 a	37,26±0,35 a	3,28±0,16 a	14,10±0,56 a	3,11±0,10 b c
Dieta 3	4,23±0,05 c	4,36±0,12 b	4,57±0,10 c	5,95±0,25 a	14,47±0,54 b	32,90±0,62 b	2,61±0,08 b	14,17±0,38 a	2,92±0,15 c
Dieta 4	4,00±0,05 cd	3,27±0,04 c	4,19±0,10 cd	5,10±0,17 b	9,07±0,26 c	25,28±0,21 d	2,69±0,09 b	14,52±0,19 a	3,52±0,06 b
Dieta 5	3,86±0,04 de	3,01±0,07 c	3,45±0,12 e	4,20±0,10 c	6,77±0,18 e	21,09±0,16 e	2,71±0,06 b	14,88±0,27 a	4,05±0,06 a
Dieta 6	3,91±0,04 de	3,25±0,08 bc	4,22±0,05 cd	3,80±0,05 c	5,20±0,11 f	19,68±0,16 f	2,54±0,07 b	14,52±0,25 a	4,19±0,06 a
Dieta 7	3,51±0,08 f	2,93±0,07 b	4,03±0,08 d	5,90±0,13 a	13,12±0,66 b	29,75±0,58 c	2,53±0,13 b	14,00±0,51 a	2,75±0,12 c
Dieta 8	3,86± 0,04 cde	4,64±0,11 a	-	-	-	-	-	-	-
Dieta 9	3,91±0,11 ef	3,64±0,09 c	-	-	-	-	-	-	-
Testemunha	3,08±0,03 g	2,13±0,04 d	2,15±0,04 f	<u>2,86±0,06 d</u>	5,41±0,09 f	15,62±0,06	2,49±0,06 b g	14,12±0,16 a	4,17±0,04 a
				21,51					
CV (%)	11,58	24,05	21,71		18,52	7,29	17,99	11,85	14,06

Os resultados de mortalidade nos diferentes ínstaes figura 6, indicaram níveis elevados de viabilidades em larvas neonatas em todas as dietas avaliadas. No primeiro ínstar houve apenas uma larva morta na D1, mas mesmo assim com uma viabilidade de 98,3% e todas as demais dietas apresentaram 100% de sobrevivência larval. No segundo ínstar apresentou acréscimos de mortalidade em relação ao primeiro ínstar, tendo ainda nível de sobrevivência considerado alto, sendo 93,3% (D1), 88,3% (D) e 93,3% (D7) e com exceções das D8 e D9 que se apresentaram mortalidade total, as demais dietas apresentaram-se 100% de viabilidade.

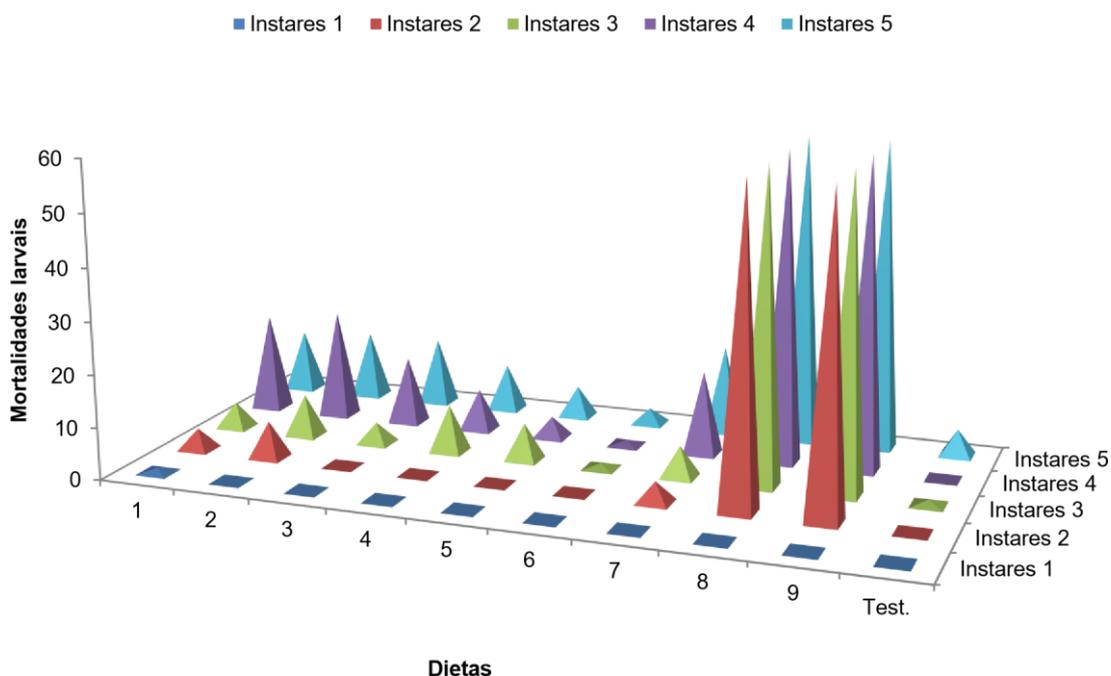


Figura 6 – Viabilidade larval nos diferentes Ínstaes de *Erinnyis ello* alimentadas com diferentes dietas artificiais e com folha de mandioca, variedade baianinha.

Os índices de mortalidades de *E. ello* neste experimento foram gradativamente aumentando com os avanços dos ínstaes. No terceiro ínstar foi observado o início do pico de mortalidade em todas as dietas, obtendo as seguintes viabilidades: 91,67% (D1), 85,0% (D2), 93,3% (D3), 85,0% (D4), 88,3% (D5), 98,3% (D6), 9,0% (D7), 0,0% (D8), 0,0% (D9), 98,3% (Testemunha) (Figura 6).

No quarto ínstar, foi observado que os menores índices de viabilidades foram observados na D2 com 65,0%, seguidos pelas dietas D1, D3, D7, respectivamente com 68,3%, 78,3%, 70,0%. Os resultados demonstraram que a maior viabilidade larval neste ínstar foi obtida na dieta na D6 com 98,3%, seguidas pelas dietas D5, D4, testemunha, respectivamente 93,3%, 86,7%, 100% (Figura 6).

No último período larval, as maiores mortalidades foram representadas pela dieta D7 com 60,0% de viabilidades, seguidas pelas dietas D1, D2, D3, respectivamente com 40,0%, 78,3%, 78,3%. A maior viabilidade foi obtida na dieta D6 com 93,3%, seguidas pelas D4, D5, testemunha, respectivamente 85,0%, 90,0%, 95,0% (Figura 6).

O elevado nível de sobrevivência obtidos na fase inicial neste experimento está de acordo com Corrêa (2006), no qual obteve índices elevados de sobrevivência de larvas de *Condylorrhiza vestigialis* nos primeiros ínstares larvais alimentadas com dietas artificiais. O autor relata que a sobrevivência na fase inicial larval é um indicativo de aceitação e de adaptação do inseto. Outros autores também obtiveram elevadas sobrevivências na fase inicial com as criações em dietas artificiais (BAILEY, 1976; BHATTACHARIA, 1978; BORTOLI et al., 2015; RIBEIRO, 2017). Este trabalho encontra-se em desacordo com Bavaresco et al. (2005), obtendo 100 % de mortalidades na fase inicial de *Hypocala adremona* (Stoll, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) e Chirinzane; Souza (2015); Bortoli et al. (2015) apresentando 100% de mortalidade de *Condylorrhiza vestigialis* na fase inicial larval.

Analisando o porcentual de viabilidade da fase larval (Figura 7), novamente se nota a melhor adequabilidade das dietas 5 e 6, uma vez que estas tiveram 75,0% e 91,7% de viabilidade larval, respectivamente. As demais dietas tiveram viabilidades inferiores a 70,0%.

Segundo Singh (1983) e Parra (2012), para que uma dieta seja adequada a criação massal de um inseto, esta deve possibilitar viabilidade igual ou superior a 75,0% de viabilidade larval. Portanto, considerando este fator, apenas as dietas 5 e 6 atenderiam este parâmetro. Índices elevados de mortalidade larvais podem ser indicativos de inviabilidade da dieta (PARRA, 2002). As deficiências quantitativas e qualitativas em uma dieta podem afetar diretamente a sobrevivência do inseto (PARRA, 1991).

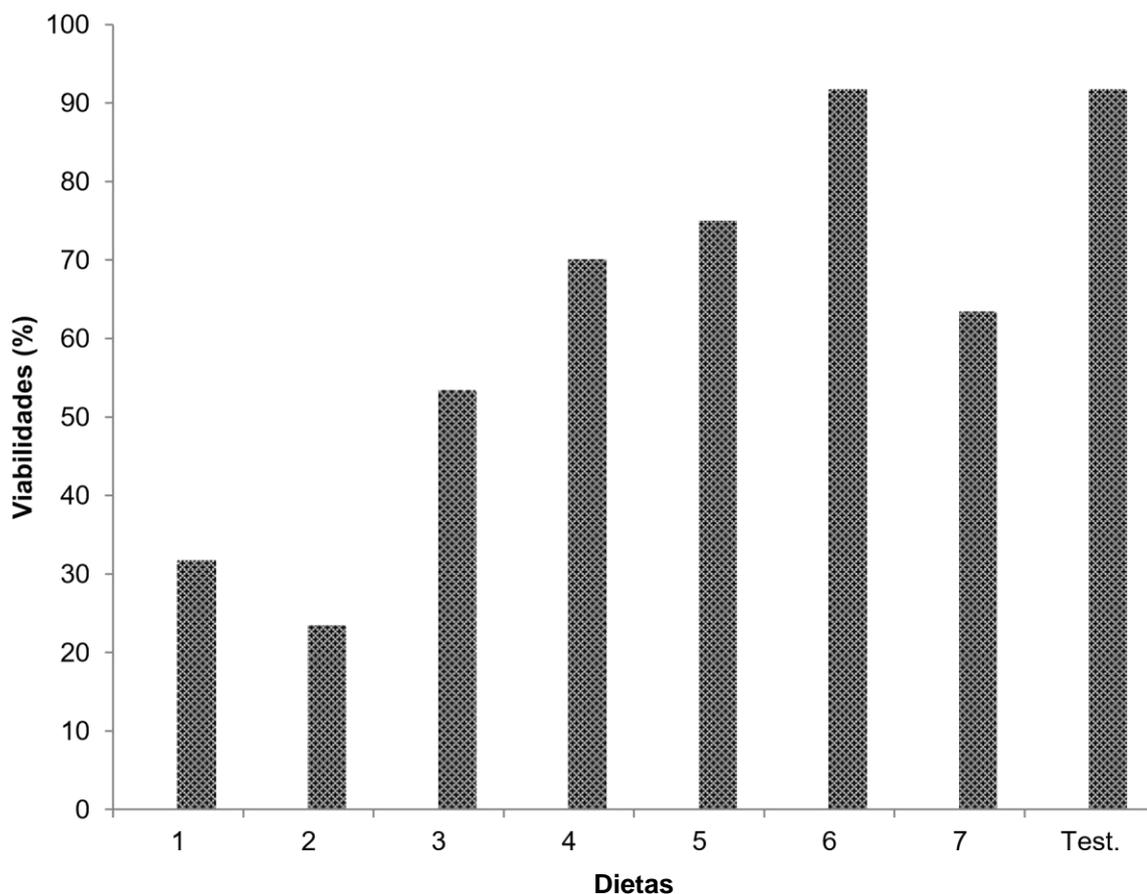


Figura 7 – Porcentagem de viabilidade total de larvas de *Erinnyis ello* alimentadas com diferentes dietas artificiais e com folha de mandioca da variedade baianinha.

Em relação a viabilidade de pupa, obteve-se maiores sobrevivências na dieta artificial D5 com 97,8%, seguida pela D6 atingindo 96,4%. Viabilidades intermediárias ocorreram nas dietas D3, D4, D7 e testemunhas, com 91,2%, 92,7%, 93,8%, 94,54%, respectivamente. As dietas artificiais D1 e D2 apresentaram as menores viabilidades pupais sendo respectivamente 89,5%, 86,7% (Figura 8).

As sobrevivências de pupas apresentaram variações entre as dietas avaliadas. Não houve diferenças estatísticas entre as D5 e D6, que por sua vez se diferenciaram das demais dietas. Em relação às dietas intermediárias D4, D3, D7 e testemunha não diferenciaram entre si.

Os principais fatores responsáveis pela maior viabilidade pupal nas dietas artificiais D5 e D6, podem ser as condições nutricionais, quantitativas e qualitativas, presentes nestas dietas oferecidas durante o desenvolvimento larval, em relação as demais dietas avaliadas.

Os resultados demonstram alta viabilidade de adultos cujas larvas foram alimentadas com as diferentes dietas. Em nenhuma das dietas foram observadas inviabilidades inferiores a 80,0%. Nota-se que nenhuma das dietas da fase larval

influenciou a viabilidade dos adultos, quando a larva conseguiu empupar. A dieta D3, por exemplo, considerada uma das piores dietas, quando avaliada a fase de larva, apresentou viabilidade superior (94,1%), enquanto que a melhor dieta (D6) teve 89,1%, juntamente com a testemunha, com 90,9%.

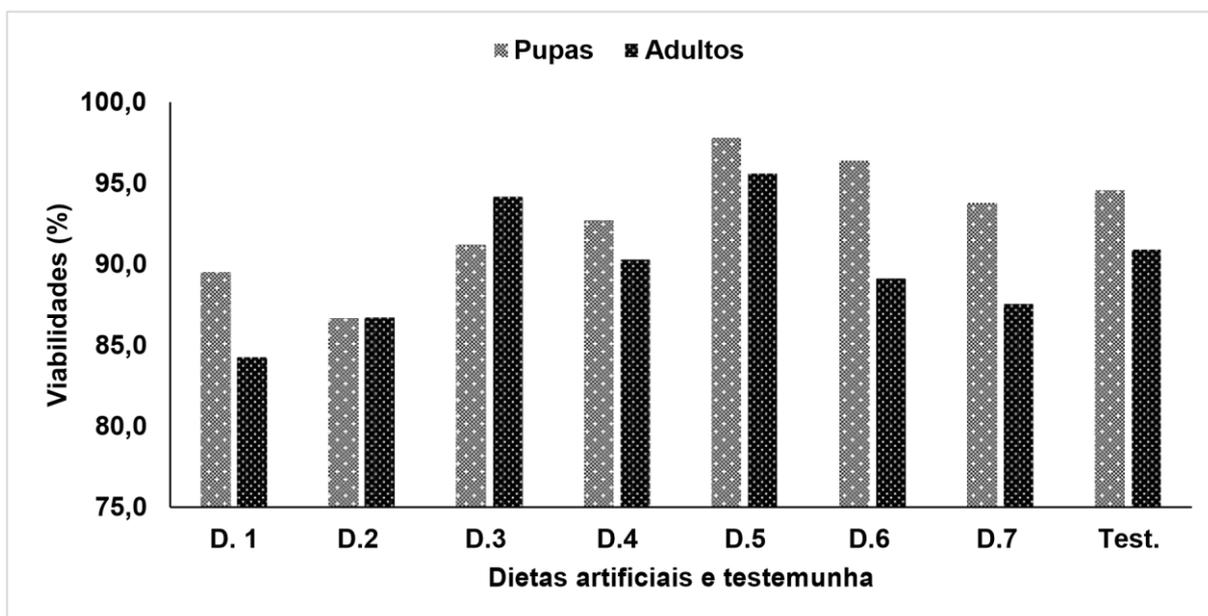


Figura 8 – Viabilidades de pupas e adultos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) alimentadas com diferentes dietas artificiais.

A proporção entre os sexos foi equilibrada para as dietas D3, D4, D5, D6, testemunha, com 50,0% machos e 50,0% fêmeas, 46,3% machos e 53,7% fêmeas, 5,3% machos e 48,8% fêmeas, 45,4% machos e 54,5% fêmeas, 47,2% machos e 52,7% fêmeas, respectivamente. As dietas D1, D2 e D7 apresentaram uma disparidade entre os sexos, com valores de 31,5% machos e 68,4% fêmeas, 26,6% machos e 73,3% fêmeas, 94,1% machos e 5,8% fêmeas, respectivamente. Devido a uniformidade de emergência de machos e fêmeas que é um fator importante para a criação de insetos em laboratório observa-se os melhores resultados na dieta D3 com 50% de machos e fêmeas, sendo esta, considerada uma das piores dietas. A uniformidade de emergências entre os machos e fêmeas na D3 pode estar relacionado a quantidade reduzida de anticontaminantes (Tabela 2) em relação as demais dietas consideradas de baixo desenvolvimento larval. As demais dietas (D4, D5, D6) apresentaram uniformidade semelhante a da testemunha (folhas de mandioca), como mencionado tabela 7.

Tabela 7 – Comparações de uniformidades de machos e fêmeas de *Erinnys ello* em relação as diferentes dietas artificiais avaliadas e a testemunha (folha de mandioca).

Tratamentos	Macho	Fêmea
D. 1	31,57	68,42
D.2	26,66	73,33
D.3	50,00	50,00
D.4	46,34	58,53
D.5	53,33	48,88
D.6	45,45	54,54
D.7	94,11	5,88
Testemunha	47,27	52,72

As variações de mortalidades ocorridas entre as dietas artificiais neste experimento podem estar relacionadas aos níveis de concentrações de anticontaminantes, ingredientes que expressam degradação digestiva lenta e sabores e odores desagradáveis que proporcionam rejeição alimentar Mironds (2014) relata que a mortalidade larval está relacionada com as deficiências nutricionais qualitativas e quantitativas em uma dieta. Dieta desbalanceada acarreta em deficiência alimentar e baixo desenvolvimento e conseqüentemente a morte do inseto (BEHMER, 2009). A deficiência de atratividade ou deficiência nutricional é um dos principais fatores de mortalidades de insetos (CORRÊA,, 2006; RIBEIRO, 2017).

Diante dos resultados obtidos e comparado com a testemunha (folhas de mandioca da variedade baianinha), pode-se afirmar que dieta artificial D6 foi a que apresentou melhores resultados em todas as fases biológicas do *E. ello*.

Infere-se que os principais constituintes responsáveis pelo sucesso da dieta artificial D6 possa estar relacionado aos equilíbrio entre as fontes de proteínas (feijão branco, germe de trigo, farinha de soja, isoflavona, leite em pó), fontes energéticas (amido de milho, farinha de soja), minerais (Sais de Wesson), ausências (caseína e colesterol) e reduções das quantidades de anticontaminantes (ácido sórbico, ácido ascórbico, formaldeído, nipagin, amoxicilina). De acordo com Simpson et al. (2004) e Ribeiro (2017) relatam a importância da quantidade de proteínas em uma dieta artificial.

Pode-se ainda observar que houve quantidades aproximadas de proteínas relacionadas às viabilidades para algumas dietas, sendo a D1 e a D7 com 182 g e respectivamente com 31,6% e 28,3% de viabilidade, D2 (258 g) e a D6 (265 g), sendo

próximas as quantidades de proteínas, mas tendo grande diferença de 23,6% e 91,6% de viabilidades respectivamente entre si. Já para outras dietas, nota-se que houve grandes diferenças entre as quantidades de proteínas e de viabilidades, como observado na D3 (339 g) e D4 (75 g) de proteínas e viabilidade de 53,0% e 70,0%. Acredita-se que neste caso, se a quantidade de proteína trouxesse melhores resultados, a D3 apresentaria maior viabilidade em relação a D4 e não ao contrário (Tabela 8).

Tabela 8 – Viabilidades larval em relação a quantidade de proteínas presentes nos diferentes tipos de dietas artificiais para criação de *Erinniys ello*.

Dietas	Proteínas (g)	Viabilidades (un)	Viabilidade (%)
D 1	182	19	31,6
D 2	258	14	23,6
D 3	339	32	53,3
D 4	75	42	70,0
D 5	227	45	75,0
D 6	265	55	91,7
D 7	182	17	28,3

O germe de trigo é uma das principais fontes proteicas presente em uma dieta artificial. Para manutenção das viabilidades das fases biológicas dos insetos foram inseridas grandes quantidades nas D1, D2, D3, D7, D8, D9, sendo respectivamente 140 g, 197 g, 278 g, 140 g (Tabelas 3) e com percentual médio de mortalidade de 68,3.0%, 76,6%, 46,6%, 76,0%, respectivamente (Figura 7). As menores quantidades de germe trigo inseridas nas dietas D4, D5, D6 com 60 g, 90 g, 75 g respectivamente (Tabela 2) apresentou-se 30,0%, 25,0%, 8,3% de mortalidades (Figura 7). Através dos resultados obtidos nota-se que nas dietas que apresentaram maiores quantidades de germe de trigo houveram maior índices de mortalidades.

A quantidade de germe de trigo pode influenciar em resultados positivos ou negativos a determinada fase do inseto, como observado em experimento com a criação de *Diatraea saccharalis* (VACARI et al., 2012). Para este experimento quantidade elevada deste nutriente pode ser sim um fator negativo ao desenvolvimento do *E. ello*, devido ao fato de haver menor índices de mortalidades nas dietas D4, D5 e D6 com menores concentrações de germe de trigo.

A dieta artificial formulada D6 foi a única a conter em sua formulação o amido de milho. Esta fonte energética deve ser um dos principais fatores responsáveis pelo

desenvolvimento do *E. ello*, sendo até mesmo superior a testemunha em alguns dos parâmetros avaliados.

O desenvolvimento observado nos insetos submetidos às dietas D5 e D6 podem estar relacionados ao aumento de fagoestimulantes, sendo 20 g de sacarose (D5) e 14 g de sacarose mais 0,5 g de glicose na D6, sendo estas duas dietas com maiores quantidades de fagoestimulantes em relação às demais (Tabela 2). Os fagoestimulantes podem ter propiciado maior estímulo alimentar e conseqüentemente maior consumo e desenvolvimento dos insetos submetidos a estas dietas. Diversos autores relatam a importância dos fagoestimulantes no consumo da dieta pelo inseto (PARRA, 1996; PARRA, 1998; PARRA, 2002; SOUZA et al., 2009).

A exclusão de folhas desidratada de mandioca, redução da quantidade de anticontaminantes, ausência do colesterol, substituição da caseína pelo leite em pó, presença do amido podem ser os principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento larval de *E. ello* de ovos eclodidos de mesmo dia, observados nas dietas (D5 e D6), quando comparados com as dietas (D1, D2, D3, D4) (Figura 9) com presenças ou quantidades de constituintes em relação as (D5 e D6).



Figura 9 – Maior desenvolvimento larval de *Erinnyis ello* alimentadas com as dietas artificiais (D5 e D6) em relação as dietas (D1, D2, D3, e D4).

A inserção do amido de milho na D6 pode ter contribuído com a redução do ágar, maior equilíbrio da consistência da dieta e quantidade de água disponível para o transporte dos metabólicos. A quantidade de ágar poderá reduzir o volume de água em uma dieta e conseqüentemente a deficiência do transporte de metabólicos

responsável pelo desenvolvimento do inseto (MIHSFELDET; PARRA, 1999). A quantidade ideal de água é um dos fatores mais importante em dieta como descrito por Bortoli; Viana (2009).

A D6, além de apresentar o principal quesito mencionados por Singh (1983) e Parra (2012) que é de apresentar no mínimo de 75,0% de viabilidade para que seja considerada uma dieta adaptada a criação massal em laboratório, apresentou-se ainda de baixo custo, devido as eliminações do colesterol e caseína e as reduções do ágar e dos anticontaminantes que são ingredientes de custos elevados e presentes nas demais dietas avaliadas neste experimento.

Devido ao alto custo e a dificuldade serem encontrados, as substituições de produtos importados por nacionais, podem apresentar um avanço na criação de insetos em dieta artificial (MORELLI et al., 2012). Parra (2012), relata que uma dieta para ser viável deve apresentar desenvolvimento favorável em todas as fases biológicas do inseto, além de apresentar custo reduzido seus ingredientes devem ser de fáceis acessos no mercado.

Segundo Parra (1999), o ágar é responsável por aumentar o custo de uma dieta artificial entre 60,0 a 70,0%. Diante do alto custo, trabalhos foram realizados como por Abbasi et al. (2017) na substituição do ágar por fécula de mandioca e pela farinha do grão de bico.

Para este experimento não houve a substituição do ágar, mas o amido de milho pode ter contribuído pelo aumento da resistência e conseqüentemente reduzindo a quantidade de ágar e o custo da dieta. O emprego do amido de milho como geleificante na substituição parcial do ágar em dietas para criação de *Spodoptera frugiperda*, apresentou redução de até 40.6% de custo (PERES et al., 2010).

A substituição da caseína pelo leite em pó, que é um produto de baixo custo e facilmente encontrado no mercado, também contribuiu para redução de custos. Uma das maiores inviabilidades em uma criação massal de insetos está relacionado o alto custo dos ingredientes (RIBEIRO, 2017).

Os resultados demonstraram que as reduções dos anticontaminantes e da caseína ou até mesmo a ausência total da caseína e o colesterol não trouxeram nenhum prejuízo aos insetos, e que provavelmente as reduções ou ausências destes constituintes podem terem contribuídos para o desenvolvimento dos insetos, resultados estes observados em um percentual médio de 22,0% a menos (Figura 10)

de mortalidades em relações as dietas com elevadas concentrações de colesterol, caseína e anticontaminantes.

Este resultado encontra-se em desacordo com Parra (1991) e Vanderzant (1974), que relatam que a caseína apresenta todos os aminoácidos essenciais e que devem ser inseridos em grande quantidade em uma dieta artificial. Contudo, corroboram com o apontado por Xavier (2005) de que as proteínas presentes na caseína são muito complexas e difícil de ser hidrolisadas retardando a velocidade de digestão para algumas espécies de insetos. Diante destas informações acredita-se que a ausência da caseína na dieta artificial D6 pode ter contribuído pela maior rapidez na quebra de proteínas durante todo o processo digestivos deste inseto, acarretando em maiores viabilidades em todas as fases, como ocorrido nesta dieta.

Para suprir a necessidade proteica da caseína, esta foi substituída pelo leite em pó.

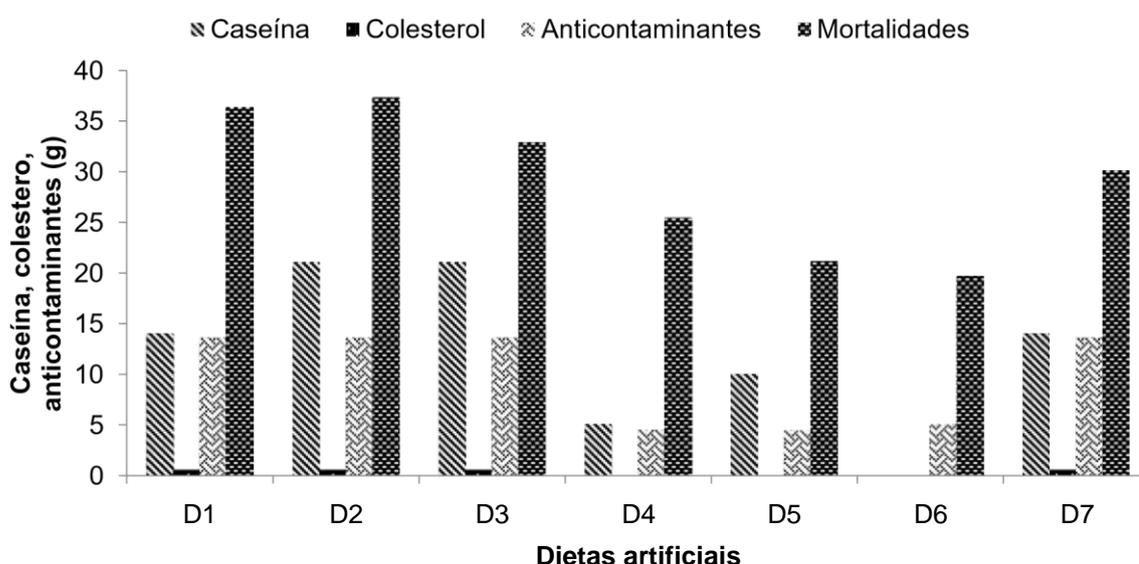


Figura 10 - Mortalidades larvais relacionados as quantidades de caseína e colesterol presentes nos diferentes tipos de dietas artificiais.

Devido à fragilidade muscular do aparelho bucal e a falta de adaptabilidade das larvas neonatas em uma dieta desconhecida se espera que ocorram maiores mortalidades nesta fase. Contudo, neste experimento se observou que houve menor mortalidade nos ínstaes iniciais para todas as dietas avaliados. Segundo Corrêa (2006), a fase neonata de um inseto é considerado um período crítico, devido a sensibilidade larval e a ausência de mortalidade neste período é um indicativo de aceitação da dieta e que a sobrevivência larval nos primeiros ínstaes baseia-se no consumo da dieta (Figura 6).

Os maiores índices de mortalidades para todas as dietas formuladas avaliadas ocorreram a partir de o terceiro ínstar larval (Figura 6). As principais prováveis causas podem estar relacionado a falta de adaptabilidades a dieta artificial e a deficiência nutricional a partir do terceiro ínstar, uma vez que é a partir do 4º ínstar que *E. ello* exige maiores quantidades de nutrientes, indicado pela proporção de alimento ingerido nos dois últimos ínstars, conforme indicado por Barrigossi et al., (2012).

O balanceamento nutricional pode se diferenciar de acordo com a idade de algumas espécies de insetos, necessitando de maiores quantidades de carboidratos nos últimos ínstars (PARRA, 2009).

As variações dos diversos parâmetros biológicos do mandarová-damandioca relacionados aos diferentes tipos de dietas avaliados demonstraram que os piores resultados foram observados nas dietas D1, D2, D3, D7, D8, D9) (Tabela 6), (Figura 5, 6, 7), as quais apresentaram elevados índices de mortalidades, ao ponto atingirem mortalidades larvais de 100%, como observados nas dietas D8 e D9. As causas prováveis de níveis elevados de mortalidades podem estar relacionadas a vários fatores, havendo maiores possibilidades de serem as deficiências nutricionais e energéticas, presenças da vitamina Vita Gold, colesterol, caseína e níveis elevados de anticontaminantes, além da presença de folhas de mandioca presentes nas dietas D8 e D9 (Tabela 2).

As reduções de anticontaminantes nas dietas D4, D5, D6 (Tabela 2), proporcionaram equilíbrio e desenvolvimentos favoráveis aos insetos, além de inibir a presenças de microrganismos patogênicos e de evitar a mortalidade pelo processo de toxidez, como observado principalmente na D6 com níveis muito baixos de mortalidades larvais (Figura 7).

Observou-se que os níveis de anticontaminantes (ácido sórbico, ácido ascórbico, nipagin, formaldeído, amoxicilina) nas dietas D1, D2, D3, D7, D8, D9 (Tabela 2), foram muito elevados tendo uma média de 2,71 g enquanto que para as D4, D5, D6 (Tabela 2) consideradas as melhores dietas apresentaram valores médios de 0,92 g, sendo bem inferior as demais dietas. A toxidez que provavelmente tenha ocorridos pelos níveis elevados destes compostos pode ter influenciado nas mortalidades larvais. Segundo Singh; House (1970) a mortalidade larval pode ser afetada de acordo com a quantidade de anticontaminantes. Estudos realizados por Dunkel; Read (1991), mostraram que a retirada do ácido sórbico da dieta evitou a toxidez e a mortalidade de *C. vestigialis*.

Os resultados demonstraram através da melhor dieta avaliada neste experimento denominada de D6 que a caseína e o colesterol não devem fazer parte da composição de uma dieta artificial para criação do mandarová em meios artificiais e que a presença deles pode trazer prejuízo a este inseto e que sua ausência já foi comprovada neste experimento que não oferece nenhum benefício a esta espécie.

As dietas artificiais formuladas D8 e D9 foram as únicas a apresentarem em sua composição folhas de mandioca desidratadas e também a obterem 100% de mortalidades larvais. As mortalidades totais foram observadas também no teste piloto em dieta artificial contendo folhas de mandioca desidratada realizada por Bellotti (Tabela 1), como mencionado no item 5.1. Diante dos resultados pode-se afirmar que a principal causa deste número elevado de mortalidades está relacionada a presença de folhas desidratada de mandioca presentes como ingredientes destas dietas.

As larvas neonatas de *E. ello* submetidas as dietas D8 e D9 apresentaram índices de sobrevivências semelhantes as demais dietas com ausências de folhas. As diferenças de desenvolvimentos foram observadas pelo baixo consumo das dietas avaliados visualmente pelas baixas quantidades de excrementos depositados nos assoalhos dos potes de criação e pelo tamanho reduzido das larvas, quando comparados as demais larvas submetidas as dietas com ausência de folhas de mandioca.

As dietas artificiais contendo folhas de mandioca podem ter sido rejeitadas pelas larvas pelo forte odor observado durante o cozimento e manipulação para fornecer às larvas. Segundo Parra (2009) as plantas que liberam aleloquímicos podem trazer prejuízos ao desenvolvimento do inseto.

A consistência das dietas D8 e D9 pode ser outro fator limitante ao desenvolvimento podendo ter contribuído também pela mortalidade total larval. O volume de água foi desproporcional a quantidade de constituintes sólidos que fazem parte da composição destas dietas, sendo observado devido a dificuldade de vertimento em temperatura abaixo de 60 °C. A água é o solvente mais importante em uma dieta artificial e quanto maior o teor de água, maior será a conversão do alimento ingerido (BORTOLI; VIANA, 2009).

Para alguns insetos avaliados em experimentos com dietas artificiais as folhas, frutos e extratos de plantas demonstraram-se satisfatório para algumas espécies, sendo relatados por Moura et al. (2012) no qual obteve maior viabilidade de *S. frugiperda* em dietas contendo extratos de angico. Resultados similares foram alcançados por Genc; Nation (2004), que obtiveram maiores desenvolvimentos de

lagartas, adultos e fertilidades de *Phyciodes phaon* (W.H. Edwards, 1864) com folhas secas de planta hospedeira.

Para algumas espécies de insetos os substratos de plantas ocasionaram prejuízos. Bavaresco et al (2005) trabalhando com dieta contendo caquí desidratado obteve-se mortalidade de 100% de *Hypocala andremona* (Stoll, 1781), antes mesmo de atingir o terceiro Ínstar, estando este resultado de acordo com as dietas D8 e D9 servidas as larvas de *Erinnyis ello*. Corrêa (2006) obteve mortalidade de 100% com a criação de *Condylorrhiza vestigialis* com dietas artificiais contendo folhas de *Populus*.

Outra hipótese provável pela baixa viabilidade de algumas dietas pode estar relacionada presença da Vitamina Vita Gold (vitamina indicada para pássaros), ausente na D5, D6 e D7. Esta, quando manipulada em outras dietas deixava forte odor e provavelmente sabor desagradável. A ausência desta vitamina pode ter propiciado menor rejeição alimentar, maior consumo da dieta e desenvolvimento do inseto. As poucas dietas artificiais encontradas nas literaturas que apresentaram o Vita Gold em suas composições demonstraram alta viabilidade, como citado por Costa et al. (2010) e Vacari et al. (2012).

Foram inseridos 5,71 a 8,0 mL de vitamina Vita Gold entre as dietas D1, D2, D3, D4, D8, D9 (Tabela 2) para aproximadamente 1000 ml de água. Quando comparada com a dieta produzida por Costa et al. (2010); Souza et al. (2001), no qual utilizou entre 1,0 mL a 2,0 mL para 1000 mL de água, nota-se que para este experimento para criação de *E. ello* a quantidade foi muito elevada, podendo interferir no desenvolvimento e mortalidades devido a toxidez pelo excesso desta vitamina.

Embora tenha se mostrado viável a criação do mandarová-da-mandioca, é prematuro afirmar que a D6 é viável, uma vez que não foi possível avaliar várias gerações criadas na dieta e também a fecundidade. Nesse sentido, Ribeiro (2017) considerou a adequação da dieta artificial para criação de *Helicoverpa armigera* após 12 gerações. Serão necessários que sejam realizadas avaliações durante várias gerações para confirmar a adequação de uma dieta artificial em relação a uma determinada espécie de inseto (COHEN, 2015).

Acredita-se que a adaptabilidade de uma dieta artificial para criação massal de insetos não está relacionado somente aos tipos e quantidades de proteínas e sim em um equilíbrio total nutricional, físico (textura), químicos (anticontaminantes, fagoestimulantes), além de se conhecer a sensibilidade e toda a biologia do inseto.

### 5.3 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE LAGARTAS POR CAIXA PADRÃO DE CRIAÇÃO

Os dados de mortalidade larval criando-se as larvas em diferentes populações nas caixas de criações são mostrados na figura 11. Nota-se que a menor mortalidade foi obtida com uma população de 50 lagartas por caixas, onde 46,2 % das larvas morreram. Esta quantidade foi inferior à observada na caixa com 25 larvas, onde o percentual de mortalidade foi de 56,0%. Nas densidades maiores, de 75 e 100 larvas por caixas as mortalidades foram proporcionalmente maiores, sendo respectivamente 61,0 e 70,0%.

Provavelmente a maior mortalidade observada na densidade com 25 larvas por caixa, quando comparada a densidade de 50 larvas, foi em função de outros fatores que não especificamente o número de lagartas por caixas. Os principais possíveis que proporcionaram as mortalidades larvais na densidade de 25 larvas, podem ser através do manuseio na transferência de potes, larvas com problemas fisiológico, larvas com algum tipo de doenças e outros demais fatores.

Em criações com elevadas densidades os insetos podem sofrer variações biológicas como tamanho, peso, duração de desenvolvimento, comportamento, predisposição a doenças (RIBEIRO, 2017), sendo importante definir o máximo potencial de criação de um recipiente, sem perder a qualidade biológica dos insetos.

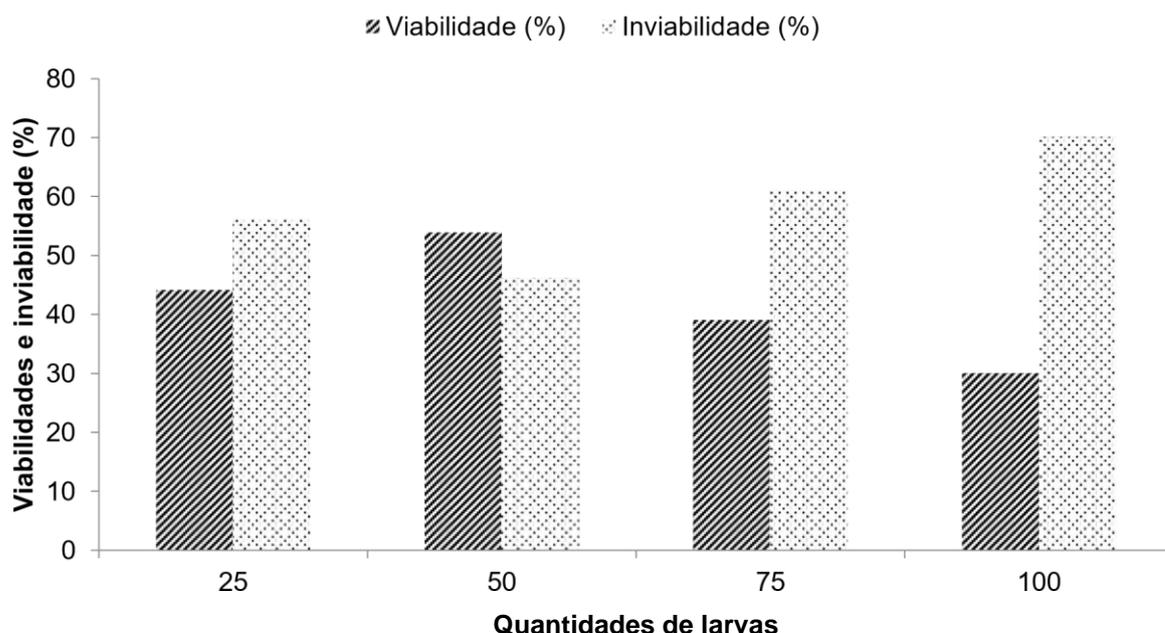


Figura 11 – Porcentagens de viabilidades e inviabilidades de larvas de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) até o terceiro Ínstar quando criadas em dieta artificial em diferentes densidades populacionais por caixa plástica de 55x32x18 cm.

Visando a produção em grande escala, como a almejada em uma biofábrica, esse é um fator importante para a otimização de espaços e custos. Neste ensaio, nenhuns dos resultados obtidos foram satisfatórios a esse fim, uma vez que, mesmo a menor porcentagem de mortalidade foi próxima a 50% da população.

Um dos fatores que podem ter influenciado para a elevada mortalidade, uma vez que nas criações individualizadas, descrito no item 5.2, esta dieta (D6) apresentou elevada viabilidade larval, foi a perda de água da dieta, o que dificulta a alimentação dos primeiros ínstars larvais. Provavelmente tal fato ocorreu, pois, ao buscar permitir boa ventilação aos insetos, substituindo o plástico das tampas por telas, a dieta secou rapidamente. Além deste fator, se observou, pelas características de algumas larvas mortas, que pode ter havido canibalismo.

#### 5.4 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VÍRUS OBTIDOS A PARTIR DE CADA CAIXA DE CRIAÇÃO

O resultado de peso total de larvas de *E. ello* mortas pelo baculovirus nas diferentes concentrações de vírus por ml de dieta são mostrados na figura 12. Notase que quanto maior foi a concentração do baculovirus na dieta, menor foi a massa das larvas, havendo aumento deste a medida que a concentração diminuiu.

Tal fato indica que com elevadas concentrações do baculovirus as larvas morrem rapidamente, não permitindo seu crescimento e conseqüentemente a multiplicação do vírus. Considerando que o *E. ello* apresenta larvas de 5º instar pesadas, em média de 4,8 gramas (BARRIGOSSI et al., 2012), é interessante em uma produção comercial de baculovirus como bioinseticida, que a larva morra no quinto instar, quando fornecerá uma quantidade elevada de vírus por larva.

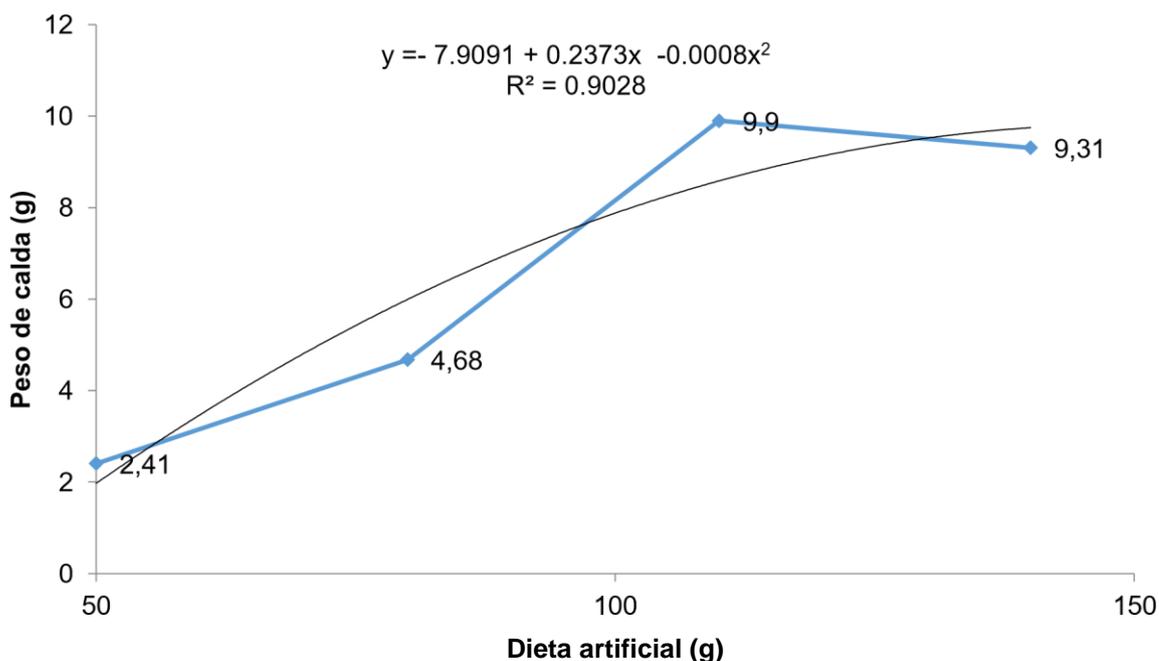


Figura 12 – Peso da calda de larvas de *Erinnyis ello* morta por vírus, por caixa de criação, quando alimentadas com diferentes concentrações do baculovirus na dieta artificial.

Considerando a produção média de vírus por larvas nas diferentes concentrações, se obteve neste experimento uma produção de 48 mg por larva para a concentração de 1,0 g de vírus para 50 g de dieta (1:50) e 93, 198 e 239 mg para as concentrações de 1:80, 1:110 e 1:140 respectivamente.

A porcentagem de lagartas que morreram dentro dos ínstaes nas dietas com as diferentes concentrações do vírus são mostradas na figura 13. Os resultados indicam o que foi anteriormente discutido, ou seja, maior mortalidade de larvas de 5º instar nas concentrações menores do vírus (1:110 e 1:140).

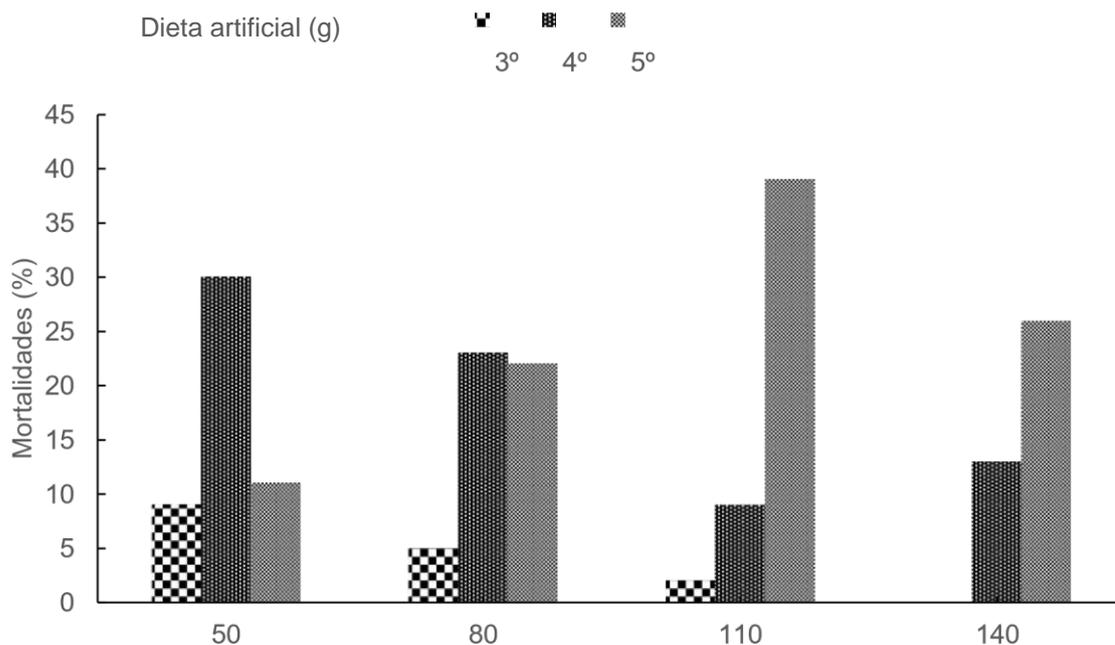


Figura 13 – Porcentagem de mortalidade por vírus de larvas de *Erinyis ello*, em cada ínstar, quando alimentadas com diferentes concentrações do baculovirus na dieta artificial.

Na concentração de 1:50, o percentual de larvas de 5º ínstar mortas foi de 22%, na concentração de 1:80 esse valor subiu para 44%, na concentração 1/110 subiu para 78% e finalmente na concentração de 1:140 diminuiu para 52%. A redução na última concentração se deu em virtude de 22% das larvas não morrerem e conseguirem empupar, fator este não desejado no caso de produção comercial do vírus. Nas demais concentrações houve 100% de mortalidade.

Considerando os resultados obtidos neste experimento referentes às concentrações, o ínstar em que o vírus matou a larva e a produção média de vírus por larva, pode inferir que a concentração ideal seja superior a 1:110 e inferior a 1:140 ou seja, uma concentração que permita que as larvas cresçam no quinto ínstar, mas morram antes de empupar, obtendo desta forma uma maior quantidade de vírus por caixa de produção.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *E. ello* é um inseto de difícil criação em laboratório, seja pelo tamanho da larva, que facilmente fica estressada, elevando sua mortalidade, seja pelas características dos adultos, que exigem espaços grandes para cópula e oviposição, dificultando trabalhos referentes a sua biologia e principalmente dos parâmetros dos adultos.

Tais fatores criam uma dependência das ocorrências do inseto no campo, que na região oeste do Paraná ocorre de outubro a abril, com surtos esporádicos e não frequentes, dificultando trabalhos com este inseto, o que é indicado pelo baixo número de publicações com parâmetros biológicos da espécie e que também gerou grandes dificuldades na realização dos experimentos aqui apresentados.

Há necessidade de repetir e evoluir nos resultados obtidos neste trabalho, que não foram possíveis em virtude do fator tempo e das dificuldades apontadas acima, onde se teve dificuldades para se obter a quantidade de larva necessária para os experimentos.

O refinamento da dieta, buscando ajustar os nutrientes bem como as proporções destes deve ser feito. A dieta D6 se mostrou viável, porém, necessitase reduzir o tempo de desenvolvimento larval, o que indica carência de algum nutriente ou a baixa disponibilidade dele na referida dieta.

Para a produção comercial do vírus, tem-se a necessidade de uma melhor definição de metodologia de criação. Verificar recipientes que permitam as larvas se desenvolverem adequadamente, atendendo a sua necessidade de espaço, mas que mantenham a dieta em condições adequadas, sem que esta resseque. Também repetir o ensaio de concentração de vírus por grama da dieta, buscando obter o maior tamanho possível para que o vírus mate a larva e assim, conseqüentemente, obter maiores quantidades de vírus. A mistura do vírus na dieta, como foi feito neste trabalho, se mostrou eficiente, sem perda de virulência do baculovirus pela temperatura da dieta.

Enfim, este trabalho pode ser considerado o trabalho piloto para o desenvolvimento de uma metodologia de criação do *E. ello* em laboratório e para a produção de seu baculovirus sem a dependência das ocorrências de campo.

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com as condições desta pesquisa pode-se considerar que:

A dieta artificial formulada D6 se apresentou adaptada para a criação de *E. ello*, demonstrando viabilidade em todas as fases biológicas avaliadas neste experimento.

A presença ou concentrações de folhas de mandioca desidratadas, colesterol e caseína não se mostraram elementos viáveis para serem utilizados na composição de dieta artificial para criação do mandarová-da-mandioca.

A criação agrupadas em caixas apresentaram elevado níveis de mortalidades, necessitando de estudos mais aprofundados que torna-se este processo viáveis a multiplicação massal.

*Baculovirus EreLGV* pode ser misturado a dieta artificial para causar infecção das larvas de *E. ello* em concentrações entre 1: 110 e 1:140 gramas de vírus para gramas de dieta.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABBASI, B. H.; AHMED, K.; KHALIQUE, F.; AYUB, N.; LIU, H. J.; KASMI, S. A. R.; AFTABE, N. M. Rearing the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on a tapiocabased artificial diet. **Journal of Insect Science. Annapolis**, v. 7, p. 1-7, 2007.

AGROLINK. O portal do conteúdo agropecuário. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/busca-cultura-classe#>. Acesso 22/06/2018. AGUIAR, E. B.; LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A.; BICUDO, S. J. Monitoramento do mandarová-da-mandioca (*Erinnyis ello* L. 1758) para o controle com baculovírus (*Baculovirus erinnyis*). **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 4, n. 2, p. 55-59, 2010.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P de; FUKUDA, W. M. G. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 138-169.

ALVES, S. B. Produção de vírus entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 871-887, 1998.

ARAUJO, D. M. P. A.; MELO, F. L. de.; ANDRADE, M. de S.; SHLER, W.; BÃO, S. N.; RIBEIRO, B. M.; SOUZA, M. L. de. Genome sequence of *Erinnyis ello* granulovírus (EreLGV), a natural cassava hornworm pesticide and the first sequences sphingid-infecting betabaculovírus. **Bmc Genomics**. Brasilia, DF, Brasil, 2014.

ARDISSON-ARAUJO, D. M. P. A.; MELO, F. L. de.; ANDRADE, M. de S.; SHLER, W.; BÃO, S. N.; RIBEIRO, B. M.; SOUZA, M. L. de. Genome sequence of *Erinnyis ello* granulovírus (EreLGV), a natural cassava hornworm pesticide and the first sequences sphingid-infecting betabaculovírus. **Bmc Genomics**, v. 15, p. 853 - 864. 2014.

ARIAS V., B.; BELLOTTI, A. Pérdidas en el rendimiento (daño simulado) causadas por *Erinnyis ello* (L) y niveles críticos de población en diferentes etapas de desarrollo en tres clones de yuca. **Revista Colombiana de Entomología**. v.10, n.3-4, 1984. p. 2835.

ARIAS, B. **Estudio sobre el comportamiento de la “mosca blanca” *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemoptera: Aleiroididae) em diferentes genotipos de yuca, *Manihot esculenta* Crantz**. 2001. 181p. Tese. Universidad Nacional de Colombia.

ARIAS, B.; HERRERA, C. J.; BELLOTTI, A. C.; HERNANDEZ, G. L. **Control biológico y microbiológico del gusano cachón de la yuca (*Erinnyis ello*)**. Cali: CIAT, 2001. Não paginado.

ARORA, R. Microbial control in insect pest manegament: Achievements and challengs. P. 97 -152 IN: SINGH, B.; ARORA, R.; GOSAL, S.S. (Eds). Biological and molecular approaches in pest management. Ludhiana, India. 450 p. 2015. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=u6l4DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA97&dq=betagranulovirus+Erinnyis+ello&ots=o4hfKzm-di&sig=jsvCxAcqZ757t0sjEw3AesaGmas4#v=onepage&q&f=false>

BAILEY, C.G. A quantitative study of consumption and utilization of various diets in the berth armyworm *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). **The Canadian Entomology**, p. 1319-1326, 1976.

BARRIGOSI, J. A. F.; ZIMMERMANN, F. J. P.; LIMA, P. S. C. Consumption rates and performance of *Erinnyis ello* L. on four cassava varieties. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 429-433, 2012.

BATH, N. S.; BATTACHARIA, A. K. Consumption and utilization of soybean by *Spodoptera litura*. (F) at different temperature. **Indian Journal of Entomology**, p. 1635, 1978.

BAVARESCO, A. Adequação de uma dieta artificial para criação de *Spodoptera cosmioides* (Wlak), (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Revista Neotropical Entomology**, Canoinhas- RS, v. 2, p. 156, 2004.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M.; NONDILLO, A. Avaliação de dietas artificiais para criação de *Hypocala andremona* (STOLL, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 94-100, 2005.

BEHMER, S. T. Insect herbivore nutrient regulation. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 54, p. 165-187, 2009.

BELLON, P. P.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A.; RHEINHEIMER, A. R.; MIRANDA, A. M.; GAZOLA, D. Produtos fitossanitários agroecológicos no controle do percevejo-de-renda (*Vatiga manihotae*) (Hemiptera: Tingidae) da mandioca. **Interciência**, v. 39, n. 1, p. 40-45, 2014.

BELLOTTI, A. C.; CAMPOS, B. V. H.; HYMAN, G. Cassava production and pest management: present and potential threats in a changing environment. **Tropical Plant Biology**, v.5, n. 1, 2012b. p.39-72.

BELLOTTI A.C.; ARIAS B.V.; VARGAS O.H.; REYES J.A.; GUERRERO J.M. Insects and mites that attack cassava and their control. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Eds.) **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use and marketing systems**. Cali: CIAT/CLAYUCA. 2012a. pp: 213-250.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; REYES, J. A. Q. Manejo de plagas de la yuca. IN: **La yuca e el tecer milênio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Ospina, B.; CEBALLOS, H. (eds.). CIAT/CLAYUCA. n. 324, p. 586, 2002.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, V. B. **El control de *Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca)**. Cali: CIAT, 1982. 24p.

BELLOTTI, A. C.; LAPOINTE, L. S. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 343 – 370, 1999.

BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A.; VARGAS, O.; ARIAS V., B.; GUERRERO J. M. **Descripción de las plagas que atacan la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y características de sus daños**. Cali: CIAT, 1983. 51p.

BELLOTTI, A. C.; SCHOONOVEN, A. van. **Plagas de la yuca y su control**. Cali: CIAT, 1978. 73p.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, L. S. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, v.44, 1999. p.343-370.

BERNARDI, E. B.; HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. Comparação de dieta artificial para criação de *Corcyra cephalonica* (STAIN TOM, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) para produção em massa de *Trichogramma*. **Revista Brasileira de Entomologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 45-52, 2000.

BORTOLI, S. A de.; TAKAHASHI, R.; VACARI, A. M.; BORTOLI, C. P de.; RAMALHO, D. G.; BORTOLI, . L. P de. Efeito do oferecimento de dietas artificiais nos ínstaes iniciais sobre o consumo de dieta artificial e metabolismo no Ínstar final de lagarta de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidaea). **Comunicata Scientiae**, Jaboticabal – SP, v.6, n. 2, p. 194-201, 2015.

BORTOLI, S. A; VIANA, C. L. T. P. Criação de insetos: Dá base a biofábrica. Jaboticabal, FCAV, parte. 1, p.76-140, 2009.

BRITO, A.F.; MELO. F.L.; ARDISSON-ARAÚJO, D.M.P.; SIHLER, W.; SOUZA, M.L.; RIBEIRO, B.M. Genome-wide diversity in temporal and regional populations of the betabaculovirus *Erinnyis ello granulovirus* (ERELGV) **BMC Genomics**, v. 19, p. 690709. 2018.

BUENO, A. V. I.; JOBIM, C. C.; RIBEIRO, M. G.; OLIVEIRA, J. P. Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos. **Ciência Animal**, Goiânia, v.18, p. 1-8, 2017.

CAMPO, C. B. H.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Embrapa, CNPSo, Londrina, 23p. 1985.

CARVALHO, C.F. **Aspectos Biológicos, técnicas para obtenção de ovos em condições de laboratório e avaliação de danos de *Erinnyis ello* (L., 1758) (*Lepidoptera: Sphingidae*) em mandioca em condições de campo**. 1980. 87p. Dissertação. ESALQ/USP.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Seletividades de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogrammas pretiosum* rylei, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e agrotecnologias**. Lavras, v. 25, n.3, p. 583-591, 2001.

CARVALHO, L. J. C. B.; ANDERSON, J. V.; CHEN, S.; MBA, C.; DOGRAMCI, M. Domestication syndrome e cassava (*Manihot esculenta* Crantz): assessing morphological traits and differentially expressed genes associated with genetic diversity of storage root. p. 85-103. 2017. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/cassava/domestication-syndrome-in-cassava-manihot-esculentacrantzassessing-morphological-traits-and-differ>. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

CARVALHO, R, da S.; RODRIGUEZ, M. A. D.; ALVES, A. A. C.; OLIVEIRA, R da S.; DINIZ, M. S. Biomonitoramento e supressão populacional de brocas da haste da mandioca *Sternocoelus* spp. utilizando armadilha CNPMF em Cruz das Almas, BA. **Circular Técnica 92**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 5p.

CEBALLOS, H. Cassava in Colombia and the world: new prospects for a millennial crop. In: OSPINA, B. e CEBALLOS, H. (Eds.) **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use and marketing systems** Cali: CIAT/CLAYUCA. 2012. p. 1-14.

CHIRINZANE, C. J. Criação de *Condylorrhiza vestigialis* (GUENÉE, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), Praga do gênero *Populus*, em laboratório usando diferentes dietas artificiais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CLIMATEMPO. Site de meteorologia do Brasil. Disponível em : [https://www.google.com.br/search?ei=VxGiXPucGJfA5OUPm969qAE&q=CLIMATEMPO&oq=CLIMATEMPO&gs\\_l=psyab.3..0i67j0j0i131i3j0i5.3273.5678..7110...0.0..0.156.1198.0j10.....0....1..gws-wiz.....0i71.7lmLTrOjxNM](https://www.google.com.br/search?ei=VxGiXPucGJfA5OUPm969qAE&q=CLIMATEMPO&oq=CLIMATEMPO&gs_l=psyab.3..0i67j0j0i131i3j0i5.3273.5678..7110...0.0..0.156.1198.0j10.....0....1..gws-wiz.....0i71.7lmLTrOjxNM). Acessado 01/04/2019.

COCK, J. H.; PORTO, M. C. M.; EL-SHARKAWY, M. A. Water use efficiency of cassava. III. Influence of air humidity and water stress on gas exchange of field grown cassava. **Crop Science**. n. 25, 1985. p. 265-272.

COHEN, A. C. Insect diests. **Science and technology**. Boca Ratón: CRC Press, 2015. p. 1-164.

CONAB. **Perspectiva para a agropecuária safra 2017/2018**. Brasília: CONAB, set. 2018. v. 2, p. 1-155. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

CORRÊA, F. A. S. F. **Criação em laboratório de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenné 1824) (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes dietas artificiais**. 2006. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

COSTA, D. M.; COELHO, A. C.; SÁ, O. R. Biologia da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae) em dieta artificial. **Ciência Et Praxis**, v. 3, n. 5, 2010.

CUARTAS, P.E.; VILLAMIZAR, L.F.; BARRERA, G. P.; RUIZ, J. C.; CAMPOS, J. C.;

LEÓN-MARTINEZ, G.; GÓMEZ-VALDERRAMA, J. Novel biopesticide based on *Erinnyis ello* betabaculovirus: characterization and preliminary field evaluation to control *Erinnyis ello* in rubber plantations. **Pest Manag Scienc.** 2018. p. 1-9

DIAS, M. C.; OLIVEIRA, I. J. de.; PAMPLONA, A. M. S. R. Ocorrências de pragas desfolhadoras em cultivos de mandioca no Amazonas. Documentos 117. Embrapa amazonas Ocidental. Manaus, dezembro 2014.

DUNKEL, F. V.; READ, R. N. Review of the effect of sorbic acid on insect survival in rearing diets with reference to other antimicrobials. **American Entomologist**, v. 37, p.172-178, 1991.

EL-SHARKAWY, M. A. **Drought-tolerant cassava for Africa, Asia and Latin America.** BioScience 43, 1993. p. 441-451.

FAO; IFAD (Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Fund for Agricultural Development. **The world economy of cassava: facts, trends and outlook**, 2013. 59p.

FARIAS, A. R. N. Insetos e ácaros pragas associadas a cultura da mandioca no Brasil e meios de controles. Cruz das Almas, BA: Embrapa – CNPMF, 1991. 47 p. (Circular Técnica, 14).

FARIAS, A. R. N. **Manejo integrado do mandarová-da-mandioca.** Cruz das Almas, BA: Embrapa – CNPMF, 2003. 8 p. (Circular Técnica, 59).

FARIAS, A. R. N. Pragas da Mandioca. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. S. (Eds). **Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campo Grande: UNIDERP, 2002. p. 169-190.

FARIAS, A. R. N.; EZETA, F. N.; DANTAS, J. L. L. O mandarová-da-mandioca. Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF. **Circular Técnica 5**, 1980. 11p.

FAZOLIN, M. et al. Manejo integrado do mandarova-da-mandioca *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae): conceito e experiência na região do Vale do Rio Juruá, Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 45 p. (Documentos, 107).

FINKLER, C. L. L. Controle de inseto: Uma breve revisão. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, vols. 8 e 9, p. 169-189, 2012.

ORTEGA-FLORES, C.I.; COSTA, M.A.L.; CEREDA, M.P.; PENTEADO, M.V.V. Avaliação da qualidade proteica da folha desidratada da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Nutrire: Ver. Sociedade Brasileira. Alim. Nutr.=J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP.v. 25, p.47-59, Jun., 2003.

FORTUNATO, F. S. et al. Lipoxigenase-induced defense of soybean varieties to the attack of the velvetbean caterpillar (*Anticarsia gemmatilis* hubner). **Journal Pest Science**, v. 80, p. 241-247, 2007.

FUKUZAWA, M.; TATSUKI, S.; ISHIKAWA, Y. Rearing of *Ostrinia palustris* (Lep.: Crambidae) larvae with a switchover of two kinds of artificial diets. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 39, n. 3, p. 363-366, 2004.

GALLO, D.; WIENDL, F. M.; WILLIAMS, R. N.; FILHO, B. Método de criação artificial da Broca-da-cana-de-açúcar para emprego no seu controle: In: II. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Entomologia. Resumo da II reunião anual da Sociedade Brasileira de Entomologia. Recife, 1969. p. 4.

GENC, H.; NATION, J. L. An artificial diet for the butterfly *Phyciodes phaon* (Lep.: Nymphalidae). **Flórida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 2, p. i-f, 2004.

GÓMEZ, D. R.S.; MOSCARDI, F.; SANTOS, B.; ALVES, L. F. A.; ALVES, S. B. Produção e uso de vírus para o controle de pragas na América Latina: Avanços e desafio. V14, Piracicaba, SP, 2008.

GREENNE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Jornal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p.487-488, 1976.

GUERROUÉ, J. L. L. et al. As proteínas de folhas de mandioca: Aspectos fisiológicos, nutricionais e importância tecnológica. **B. Cerpa**, v. 14, n. 2, p. 133-48, jul./dez. 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatísticas. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?.t=1&z0=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>. Acessado 20/06/2018.

KAMINSKI, N. E.; KAPLAN, B. L. F.; HOLSAPPLE, M. P. Toxic responses of the immune system. Chapter 12. In **Cassarett and Doull's toxicology the basic science of poisons**. New Yourk, 7 ed, p. 1309, 2008.

LEONEL, M.; JACKEI, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce: Um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 18:343-345, 201

MAGALHÃES, G. O.; GOULART, R. M.; VACCARI, A. M.; BORTOLI, S. A. Parasitismo de *trichogramma pretiosum riley*, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros e cores de cartelas. **Arquivo do Instituto Biológico**. v.79, n. 1, p. 55-60, 2012.

MAIA, V. B.; BAHIA, J. J. S. Manejo integrado do mandarová (*Erinnyis ello* L.) em mandioca (*Manihot esculenta* crantz) na região sul da Bahia. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa**. p. 16, Bahia, 2010.

MIHSFELDT, L.H. **Comparação de dietas artificiais para criações de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1985. 120 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

MIHSFELDT, L.H.; PARRA, J. R.P. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial). **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4. P. 769-776, 1999.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 257 p.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D.; SILVA, D. C.; FAUSTINO, J. O.; JOBIM, C. C.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. A. Caracterização químicobromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum (Animal Sciences)**. Maringá, v. 26, no. 1, p. 137-146, 2004.

MORELLI, R; COSTA, K. Z; FAGIONE, K. M; COSTA, J. M. M. New protein sources in adults' diet for mass-rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.55, p. 827-833, 2012.

MOURA, J. Z.; PÁDUA, L. E. M.; SILVA, P. R. R.; SILVA, A. A.; MAGGIONI, K. Extrato de folhas de *Anadenanthera macrocarpa* sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* criada em dieta artificial. **Comunicata Scientiae**, ed. 3, p. 249-254, 2012.

MURDOCK, L. L.; SHADE, R. E. Lectins and protease inhibitors as plant defense against insects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 22, p. 66056611, 2002.

NORONHA, A. C. da. S. Manejo das principais pragas na cultura da mandioca. **Apostila do curso "Cultura da mandioca"**. Castanhal, PA, 2014.

OLIVEIRA, H. N.; GOMEZ, S. A.; ROHDEN, V. S.; ARCE, C. C. M.; DUARTE, M. M. Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species on *erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) eggs in Mato Grosso do Sul State, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 40, n.3, p. 378-379, 2010.

PARA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manolle, 1991. p. 9-65.

PARRA, J. R. P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: da Criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, J. V. C.; COSTA, I. D. da.; CASTIGLIONI, E. (Eds.). **Bases e técnicas de manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p. 1-29.

PARRA, J. R. P. **A evolução das dietas e suas interações em ciência e tecnologia**. 3º. capítulo. Brasília, DF: EMBRPA, 2009. 84p.

PARRA, J. R. P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S. B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 1163.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. *et al.* (Eds.). **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2001. 134p.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológicos**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 137p.

PARRA, J. R. P. The evolution of artificial diets and their interaction in science and technology. In PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P (Eds) **Insect biocology and nutrition for integráinstar pest management**. Boca Ratón: CRC Press, 2012. p. 51-92

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA, F. B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico no Brasil: Predadores e parasitoides. Manole: São Paulo, 2002.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD, M. L. Nutricional indices for measuning food intake and utilization. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds) **Insect bioecology and nutrition for integráinstar pest management**. Boca Ratón: CRC Press, 2012. P. 13-49

PEGORARO, R.A. Avanços no desenvolvimento de uma dieta artificial para o Mandarová-da-Mandioca *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife, PE. **Anais...** Recife, 2006.

PERES, E. C.; FUGA, C. A. G.; GONSALVES, D. C. CUNHA, W. V. Avaliação de elementos geleificantes de baixo custo para substituição do ágar usado na elaboração de dieta artificial de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae). **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do Unipam**. Ed. 7ª, v. 1, p. 1942001, Patos de Minas, 2010.

PERREIRA, L. C.; ITAVO, L. C. V.; MATEUS, R.G.; SILVA, D. C. G.; FERREIRA, M. B.; CARVALHO, C. M. E. Análise econômica da alimentação de cordeiros confinados pela substituição parcial de concentrado pela parte aérea da mandioca. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.3, p.258-265, 2016.

PIETROWSKI, V.; RINGENBERGER, R.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A. M. Insetos-Praga da cultura da mandioca na região centro- sul do Brasil. **Associação Técnica das Indústrias da Mandioca do Paraná-ABAM**. Marechal Cândido Rondon, 2010.

PILON, A. M. **Resposta bioquímica, fisiológica e comportamental de *Anticarsia gemmatalis* (Lagarta da soja) ao inibidor de serino proteases benzamidina**. 2008. 85 p. Tese (Doutor em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PRATISSOLI, D.; ZANÚNCIO, J. C.; BARROS, R.; OLIVEIRA, H. N. de. Leaf consumption and duration of Ínstars of the cassava defoliator *Erinnyis ello* (L., 1758) (Lepidoptera, Sphingidae). **Revista Brasileira de Entomologia**., 46, n. 3, p. 251254. 2002.

RIBEIRO, L. do P.; COSTA, E. C. Ocorrência de *Erinnyis ello* e *Spodoptera marima* na cultura da mamona no Rio Grande do Sul. **Ciênc. Rural**. v. 38, n.8, Santa Maria, 2008.

RIBEIRO, Z. A. **Dieta artificial e metodologia de criação massal para o bemestar de *Helicoverpa armigera***. 2017.122 f. Tese (Doutorado em entomologia) Faculdade de Ciência Agrária – Unespe, Jabotical, 2017.

RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. da S. Mamão fitossanidade. Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. P35, Cruz da Almas – BA, 2000.

SANTOS, C. D.; TERRA, W. R. Midgut a- glucosidade e B- frutosidase from *Erinnyis ello* larvae and imagoes. **Insect Biochemistry**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 819-824, 1986.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C. Desenvolvimento de *Thyrintaina arnobia* STOLL (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de eucaliptos *urophylla* e *phisidium guajava*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 13-22, 2000.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. T. Piretróides – uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SANTOS, R. S.; TAVARES, M. T.; SUTIL, W. T.; VASCONCELOS, A. S.; AZEVEDO, T. S.; DIOGO, B. S. Parasitismos de *Brachymeria annulata* (Fabricius) (Hymenoptera: Chalcididae) em *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae). Rio Branco, Ac, 2014.

SCHMITT, A. T. Principais insetos praga da mandioca e seu controle. In: CEREDA, M. P. (Ed.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002. p. 351-369.

SCHMITT A, Eficiência da aplicação de Baculovirus erinnyis no controle do mandarová damandioca. **EMPASC (EMPASC Comunicado Técnico) 88:7** (1985).

SCHOWALTER, T. D. Insect ecology: Na ecosystem approach. San Diego: Elsevier. 2011. p. 53-93.

SEAB-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Prognóstico mandioca 2017/2018. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br> em 29/05/2018.

SECCHI, V. A. Baculovírus, mais do que uma grande descoberta: uma revolucionária alternativa aos agrotóxicos. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, 2002.

SIHLER, W.; SANCHES, M. M.; FALCÃO, R.; FANZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; SOUZA, M. L. Caracterização de *Erinnyis ello* granulovírus isolados de populações de Mandarová-da-Mandioca em Cruzeiro do Sul, Acre. **XXV Congresso Brasileiro de Entomologia**. Goiania-GO, 2014.

SILVA, A. B.; MAGALHÃES, B.P.; SANTOS, M. C. Insetos e ácaro nocivos a mandioca na Amazônia. **Boletim de Pesquisa**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. n 31, 1981.

SILVA, A. S.; KASSAB, S. O.; GAONA, J. C. Insetos-pragas produtos, e métodos de controle utilizados na cultura da mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Verde**, v. 7. n1, p. 19-23. MS, 2012.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, A.; BARBIN, D. et. Al. **Manual de ecologia dos insetos**. Editoras Ceres Ltda, São Paulo, 1976. 419 p.

SIMPSON, S. J.; SIBLY, R. M.; LEE, K. P.; BEHMER, S. T.; RAUBENHEIMER, D. Optimal foraging when regulating intake of multiple nutrients. **Animal Behaviour**. London, v 68, p. 1299 – 1311, 2004.

SINGH, P. & HOUSE H. L. Antimicrobials: 'Safe' levels in a synthetic diet of an insect, *Agriaaffinis*. **Journal of Insect physiology**, v. 16, n. 9, p. 1769-1782, 1970.

SINGH, P. A. General Purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Insect Science and its Application**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 357-362, 1983.

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

SOUZA, D. M.; LÔBO, A. P.; BADJI, C. A. Efeito de fagoestimulantes no consumo de folhas de meloeiro por *Diaphania hyalinata*. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. n. 9. Anais UFRPE. Recife, 2009.

SOUZA, J. C. de; REIS, P.R. **Pragas da mandioca em Minas Gerais**. Boletim técnico, 22. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, 1986. 32p.

SOUZA, L da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 2006. 817p.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. Cultivo da mandioca para região do cerrado. Embrapa Mandioca Fruticultura, Versão eletrônica jan/ 2003.

TAKAHASHI, M. Cultivo comercial na região centro sul do Brasil. In: CEREDA, M. P. (Org.) **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002. p. 258-273.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. 2 ed. Paranaíba – PR: Olímpia. 2005. 116p.

TANTIADO, R. G. Survei on ethnopharmacology of medicinal plants in Iloilo Philippines. **International Journal of Bio-Science and Bio-Technology**. 2012.

TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Insect digestive enzymes: Properties, compartmentalization and function. **Comparative Biochemistry and Physiology B**, Oxford, v. 109, p. 1-62, 1994.

THAKUR, H. A.; PATIL, D. A. The family Euphorbiaceae: anatomical conspectus **World Journal of Science and Technology**, 2:51-57, 2012.

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. 355-36, 2012.

VANDERZANT, E. S. Development, significance and application of artificial diets for insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 19, p. 139-154, 1974.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K. G.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V.; CARVALHO L. J. C. B. Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação as condições do cerrado do Brasil Central. **Semina**, n. 34, p. 567-582, 2013.

WENGRAT, A. P. G. S. **Vatiga spp. associadas à mandioca e morfologia e biologia de *V. illudens* em diferentes genótipos da cultura**. 2016. 85p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

XAVIER, L. P. Trypsin-like activity of membrane-bound midgut proteases from *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **European Journal. Biochemistry.**, v. 102, p. 147-153, 2005.