

## Artigos

# Dietas artificiais para criação de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), principal praga do gênero *Populus*

Artificial diets for laboratory rearing of *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), main prague of the gender *Populus*

Flávia de Albuquerque Seródio Corrêa<sup>I</sup> 

Nilton José Sousa<sup>II</sup> 

Eduardo Henrique Rezende<sup>III</sup> 

Renato de Moura Corrêa<sup>I</sup> 

Marcos Giongo<sup>III</sup> 

Antonio Carlos Batista<sup>II</sup> 

<sup>I</sup>RMC CIA - Consultoria Florestal, Campo Largo, PR, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>III</sup>Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi testar dietas artificiais para a criação em laboratório de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), que é considerada a principal praga de árvores do gênero *Populus*, no Brasil. Foram testadas três formulações de dietas artificiais com base na dieta desenvolvida por Greene, e duas alterações na dieta proposta por Hoffmann-Campo. Foram avaliados o número de larvas mortas; o número de larvas canibalizadas; a quantidade de pupas mal-formadas; o número de ínstaras larvais; a quantidade de pupas inviáveis; o número de adultos mal-formados; e o número de adultos normais. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA e ao teste de comparação de médias, Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade de erro, sendo utilizado como delineamento estatístico, o inteiramente casualizado. Também foram avaliados parâmetros biológicos das mariposas alimentadas com cada dieta testada: período de incubação dos ovos (em dias); duração da fase larval, pré-pupa e pupa (em dias); peso das pupas fêmeas e machos com 5 dias de idade (em gramas); razão sexual. A Dieta Base 2 é a mais eficiente e viável dentre as dietas testadas para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório, pois é a que proporciona o desenvolvimento mais eficiente durante as etapas do seu ciclo de vida e a que gera maiores quantidades de adultos saudáveis e férteis, possibilitando assim o aumento do número de indivíduos e a manutenção da população.

**Palavras-chave:** Salicaceae; Nutrição de insetos; Mariposa-do-Álamo

## ABSTRACT

---

The objective of the work was to test artificial diets for the rearing in the laboratory of *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), which is considered the main pest of trees of the genus *Populus* in Brazil. Three formulations of artificial diets were tested based on the diet developed by Greene, and two changes in the diet proposed by Hoffmann-Campo. The number of dead larvae was evaluated; number of cannibalized larvae; amount of malformed pupae; number of larval instars; number of unviable pupae; number of malformed adults; and number of normal adults. The data obtained were submitted to ANOVA statistical analysis and to the means comparison test, Student-Newman-Keuls (SNK), at the level of 5% probability of error, with the statistical design used being completely randomized. The biological parameters of the moths fed with each tested diet were also evaluated: incubation period of the eggs (in days); duration of the larval phase, pre-pupa and pupa (in days); weight of female and male pupae at 5 days of age (in grams); sexual reason. The Base 2 Diet is the most efficient and feasible among the diets tested for the rearing of *Condylorrhiza vestigialis* in the laboratory, providing the most efficient development during the stages of its life cycle, generating greater quantities of healthy and fertile adults, enabling the increase of the number of individuals and the maintenance of the population.

**Keywords:** Salicaceae; Insect nutrition; Poplar Moth

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de dietas artificiais para a criação de insetos em laboratório possibilita avançar nos estudos bioecológicos de pragas, que podem ser criadas continuamente, sem depender de populações naturais. A dieta artificial utilizada em laboratório deve garantir que os insetos criados apresentem características biológicas semelhantes aos silvestres (CAMPOS; COELHO JUNIOR; PARRA, 2017). Dietas artificiais têm sido essenciais para o desenvolvimento do conhecimento em biologia, em ecologia, para o controle de muitas espécies de insetos-praga (SORENSEN; ADDISON, 2012).

A dieta artificial deve oferecer a nutrição adequada aos insetos nos requisitos alimentares qualitativos e quantitativos, a fim de permitir a sobrevivência e a manutenção da população. A nutrição qualitativa envolve exigências nutricionais sob o ponto de vista químico, enquanto a quantitativa considera a proporção de alimento ingerido, digerido, assimilado e convertido em tecidos de crescimento (PARRA, 2009).

Os nutrientes considerados fundamentais numa dieta artificial com objetivo de criação de insetos são: aminoácidos, carboidratos, lipídios, esteróis, sais minerais e vitaminas, que devem ser adequadamente balanceados de acordo com o alvo biológico. A qualidade da dieta também depende de atributos físicos como: dureza, pilosidade da superfície, forma, dentre outros, que influenciam diretamente na capacidade do inseto de consumir e digerir o alimento (PARRA, 1991).

A quantidade e a qualidade do alimento consumido na fase larval afetam diversos fatores relacionados ao ciclo de vida do inseto, como: a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo, a sobrevivência, a fecundidade, a longevidade, a movimentação e a capacidade de competição de adultos, além da formação de pupas e adultos de má qualidade (PARRA, 2009).

*Condylorrhiza vestigialis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Crambidae) é a principal praga das plantações florestais do gênero *Populus* no Brasil, cuja madeira é destinada à produção de caixas e palitos de fósforo. Para o controle de *Condylorrhiza vestigialis*, vários métodos foram testados (DAL POGETTO; WILCKEN, 2012; VIDAL, 2012), sendo o controle biológico através da utilização de um vírus entomopatogênico uma das alternativas de controle (MACHADO; SOUSA; MOSCARDI, 2017). O vírus *Condylorrhiza vestigialis* multiple nucleopolyhedrovirus (CvMNPV), que teve seu sequenciamento realizado por Castro *et al.* (2017), é extraído do próprio inseto durante a fase de larva; porém, para obter quantidade suficiente de larvas necessárias para a produção do vírus, insumo básico do produto biológico de controle, é necessária a criação das mariposas em laboratório (MACHADO; SOUSA; MOSCARDI, 2017).

Para a criação dessa praga em laboratório, é necessário utilizar dietas artificiais durante a fase larval, a fim de possibilitar a manutenção contínua da população em laboratório durante todo o ano e, conseqüentemente, a produção do agente de

controle que se pretende multiplicar (MACHADO; SOUSA; MOSCARDI, 2017).

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar a eficiência e a viabilidade de cinco dietas artificiais para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório, para a multiplicação e a obtenção do vírus *Condylorrhiza vestigialis* multiple nucleopolyhedrovirus (CvMNPV).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais biológicos que deram início a esta criação foram coletados aleatoriamente em viveiros e plantios de *Populus* spp., localizados nos municípios de São Mateus do Sul, Paraná e Porto União, Santa Catarina. Nos experimentos deste trabalho, foram utilizadas larvas da geração F<sub>2</sub> de *Condylorrhiza vestigialis*, provenientes da uma criação massal do laboratório da empresa Swedish Match, especialmente desenvolvidas para este fim.

Foram testadas três formulações fundamentadas da dieta artificial, desenvolvidas por Greene, Leppla e Dickerson (1976), denominadas Greene 1, Greene 2 e Greene 3, e duas dietas tomando como base a dieta artificial desenvolvida por Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985), denominadas Dieta Base 1 e Dieta Base 2. As alterações na dieta de Greene, Leppla e Dickerson (1976), originalmente desenvolvida para a *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: NoctuidaeL) e que originaram as Dietas Greene 1, Greene 2 e Greene 3, consistiram no acréscimo de folhas de *Populus* spp. liofilizadas, no aumento da concentração de um conservante (ácido ascórbico) e no acréscimo de uma solução vitamínica.

Os componentes dessas formulações estão descritos nas Tabela 1 e 2. A dieta de Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985) difere da dieta de Greene, Leppla e Dickerson (1976), nas proporções dos componentes utilizados e na composição das vitaminas utilizadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Dietas artificiais adaptadas de Greene, Leppla e Dickerson (1976), para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae)

Ingredientes	Proporção das dietas			
	Greene1	Greene2	Greene3	Greene original
Ácido ascórbico	3,50 g	3,50 g	3,50 g	2,70 g
Ácido sórbido	-	-	-	1,35 g
Ágar	17,5 g	17,5 g	17,5 g	17,5 g
Água destilada	900 ml	900 ml	900 ml	22,5 g
Caseína	22,5 g	22,5 g	22,5 g	900 ml
Feijão branco	56,25 g	56,25 g	56,25 g	56,25 g
Folhas de <i>Populus</i> sp. Liofilizadas	13 g	13 g	13 g	-
Formol 37%	2,70 ml	2,70 ml	2,70 ml	2,70 ml
Germe de trigo	45 g	45 g	45 g	45 g
Levedura de cerveja	28,15 g	28,15 g	28,15 g	28,15 g
Nipagim	2,25 g	2,25 g	2,25 g	2,25 g
Proteína de soja	22,5 g	22,5 g	22,5 g	22,5 g
Solução vitamínica	6,75 ml	13,5 ml	-	6,75 ml
Solução vitamínica de Vanderzant <sup>(1)</sup>	-	-	20 ml	-
Tetrex ou tetraciclina	0,85 g	0,85 g	0,85 g	0,85 g

Fonte: adaptado de Greene, Leppla e Dickerson (1976)

Em que: Complexo Vitamínico de Vanderzant: Niacinamida (4 mg); Pantotenato de cálcio (4 mg); Tiamina (1 mg); Riboflavina (2 mg); Piridoxina (1 mg); Ácido fólico (1 mg); Biotina (0,08 mg); Vitamina B<sub>12</sub> (0,008 mg), Água destilada (400 ml).

Na dieta artificial desenvolvida por Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985) para a criação de *Anticarsia gemmatalis*, foram realizadas alterações que originaram a Dieta Base 1: alteração na proporção dos ingredientes, retirada da tetraciclina, adição de formol puro, adição de sais de Wesson, substituição do complexo vitamínico pelo complexo vitamínico de Vanderzant, adição de açúcar e de óleo de soja e a substituição da proteína de soja por folhas de *Populus* spp. liofilizadas. Para a elaboração da Dieta Base 2, foram utilizados os mesmos componentes da Dieta Base 1, com o acréscimo de formol 37%, clorafenicol e Suco V8 (suco comercializado pronto à base de vegetais) (Tabela 2).

Segundo Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985), o complexo vitamínico contém os seguintes componentes: biotina, ácido fólico, piridoxina, tiamina, riboflavina, pantotenato de cálcio, niacinamida e ácido ascórbico. Todos os componentes do complexo vitamínico podem ser adquiridos no mercado nacional, formulados em via úmida (ácido ascórbico) e via seca (os demais). Misturando as duas formulações em 1 litro de água, é obtida a solução vitamínica, que deve ser conservada em geladeira.

Tabela 2 – Dietas artificiais adaptadas de Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985) para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae)

Ingredientes	Proporção das dietas		
	Dieta Base1	Dieta Base 2	Dieta original
Acido ascórbico	0,75 g	1 g	12 g
Ácido sórbico	0,38 g	3,50 g	6 g
Açúcar	3 g	3,5 g	-
Ágar-agar	-	7 g	75 g
Ágar-agar + gelatina incolor	10 g + 3g	-	-
Água destilada	300 ml	300 ml	-
Caseína	6,25 g	7 g	100 g
Complexo vitamínico de Vanderzant <sup>(3)</sup>	20 g	20 g	-
Complexo vitamínico <sup>(1)</sup>	-	-	20 a 30 ml
Cloranfenicol	-	0,0034 g	-
Feijão cozido (Carioca)	15,6 g	15,6 g	250 g
Folhas <i>Populus</i> spp. liofilizadas	10 g	10 g	-
Formol 37%	-	0,75 g	-
Formol Puro	0,75 g	-	-
Formol 40%	-	-	12 ml
Germe de trigo	12,5 g	12,5 g	200 g
Levedura de cerveja	7,8 g	8 g	125 g
Nipagim	0,63 g	1 g	10 g
Óleo de soja	10 g	10 g	-
Proteína de soja	-	-	200 g
Sais de Wesson <sup>(2)</sup>	1 g	1 g	-
Suco V8	-	80 ml	-
Tetrex ou Tetramicina	-	-	± 250 a 500 mg

Fonte: adaptado de Hoffmann-Campo, Oliveira e Moscardi (1985)

Os Sais de Wesson utilizados nesta dieta são os mesmos descritos por Parra (1996), sendo feita a conversão de percentagem em grama: Carbonato de cálcio (10,5 g); Sulfato de cobre (5H<sub>2</sub>O) (0,019 g); Sulfato de magnésio (4,5 g); Sulfato de potássio e alumínio (0,005 g); Iodeto de potássio (0,003 g); Cloreto de sódio (5,25 g); Fosfato tricálcico (7,45 g); Fosfato férrico (0,735 g); Sulfato de manganês (0,01 g); Cloreto de potássio (6 g); Monofosfato de potássio (15,5 g); Fluoreto de sódio (0,028 g).

O Complexo Vitamínico de Vanderzant utilizado nesta dieta é o mesmo descrito por Parra (1996) e contém os seguintes componentes: Niacinamida (4 mg); Pantotenato de cálcio (4 mg); Tiamina (1 mg); Riboflavina (2 mg); Piridoxina (1 mg); Ácido fólico (1 mg); Biotina (0,08 mg); Vitamina B<sub>12</sub> (0,008 mg), Água destilada (400 ml).

Foram utilizados 30 tubos para cada formulação de dieta. Em cada tubo contendo 10 ml de dieta, foram depositados cinco ovos de *Condylorrhiza vestigialis*, desinfestados por meio da passagem do papel onde estavam as posturas, em solução de água sanitária a 5% por 5 minutos, com posterior lavagem em água destilada por mais 5 minutos. Após a colocação dos ovos, os tubos foram numerados e vedados com algodão não hidrofóbico. Diariamente, os tubos foram observados individualmente, para a avaliação do desenvolvimento das larvas desde a eclosão dos ovos até a formação da pupa.

Cinco dias após a formação das pupas, elas foram retiradas dos tubos de criação, pesadas, individualizadas em potes plásticos transparentes com 4 cm de diâmetro e 5 cm de altura, numerados, armazenados em placas de alumínio, e depois colocados dentro da sala de criação, monitorada com um termohigrômetro digital de parede modelo HT200, que registrou, durante o período do teste, a temperatura máxima e mínima de: 26,09°C ± 0,87°C e 22,96°C ± 1,32°C, respectivamente, bem como a umidade relativa do ar máxima e mínima de 77,11% ± 3,59% e 65,48% ± 3,54%, respectivamente. Considerou-se como pupas mal-formadas, as pupas que não conseguiram formar-se totalmente, ficando com resquícios morfológicos da fase larval.

Após a emergência dos adultos, realizou-se a sexagem e a observação de anomalias (ex.: má formação das asas) e determinou-se a razão sexual. Os adultos oriundos das larvas alimentadas com a dieta definida como a melhor entre as testadas



foram transferidos para uma gaiola de acrílico, revestida com papel sulfite branco, onde eram alimentados com uma solução aquosa de mel de abelha (*Apis mellifera*) a 50%, embebecido em algodão. As fêmeas realizaram as posturas nos papéis que revestiam as gaiolas. Os papéis das gaiolas eram trocados diariamente, para que fosse contado o número de ovos e sua viabilidade.

## 2.1 Parâmetros biológicos

Alguns parâmetros biológicos das mariposas alimentadas com cada dieta testada também foram avaliados: período de incubação dos ovos (em dias); duração da fase larval, pré-pupa e pupa (em dias); peso das pupas fêmeas e machos com 5 dias de idade (em gramas). A análise da postura foi realizada com base na contagem do número de ovos postos por dia nos papéis das gaiolas onde as fêmeas adultas estavam. Esse último parâmetro foi avaliado somente para as mariposas alimentadas com a dieta que obteve os melhores resultados nas avaliações anteriores.

## 2.2 Ínstares larvais

Para a determinação dos ínstares larvais, foi utilizada a metodologia de Parra e Haddad (1989), conhecida como curva de distribuição de frequência. Os ínstares larvais foram determinados apenas para as larvas alimentadas com a dieta considerada como mais eficiente, levando em consideração a interpretação das análises dos parâmetros anteriores. Com essa dieta, foram montados 50 tubos de ensaio, seguindo a mesma metodologia e procedimentos descritos anteriormente para a preparação dos tubos, a inoculação dos ovos e a criação das larvas. Após a eclosão, a cada dia, 10 larvas foram retiradas aleatoriamente e acondicionadas em frascos contendo álcool 70%, específicos para cada dia de coleta. Este procedimento foi adotado até a fase de pré-pupa. Concluída esta fase de coleta, as larguras das cápsulas cefálicas das 10 larvas retiradas dos tubos em cada dia do desenvolvimento larval foram medidas através de uma ocular graduada, acoplada a um microscópio estereoscópico.



A partir das medidas das larguras das cápsulas cefálicas da amostra de larvas, os dados foram plotados com as larguras das cápsulas cefálicas no eixo das abscissas e no eixo das ordenadas e com as frequências de ocorrência. Cada pico da curva multimodal de distribuição de frequências obtido representou um ínstar.

### 2.3 Análise estatística

Durante as etapas do ciclo dos insetos foram avaliados: o número de larvas mortas; o número de larvas canibalizadas; a quantidade de pupas mal-formadas; a quantidade de pupas inviáveis; o número de adultos deformados; o número de adultos normais. Os valores obtidos foram submetidos ao teste de comparação de médias, Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o delineamento estatístico inteiramente casualizado. O *software* utilizado para fazer esta análise estatística foi o STATIGRAFICS 4.1 PLUS (PALACÍN *et al.*, 2000).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as dietas artificiais testadas, a Dieta Base 2 foi a que resultou no menor número de lavas mortas, enquanto a Dieta Base 1 foi a que apresentou o maior número de larvas mortas. As três alterações da dieta artificial proposta por Greene, Leppla e Dickerson (1976) formaram um grupo intermediário; no entanto, foram constatados indivíduos mortos durante a etapa de larva em todas as dietas testadas (Tabela 3). A ocorrência de mortalidade de larvas de *Condylorrhiza vestigialis* também foi constatada em laboratório, num teste com diferentes dietas, realizado por Campos, Coelho Junior e Parra (2017) e por Otanásio *et al.* (2018), que observaram mortalidade.

A Dieta Base 1, apesar de ser muito semelhante à dieta base 2, não apresentou a mesma eficiência em relação ao número de larvas mortas, isto é, foi a pior entre as dietas testadas durante a fase larva. Esse fato pode ter ocorrido devido à adição de formol puro, pois esta dieta foi a única que usou este componente puro e não em menor concentração como nas demais, o que pode ter diminuído o consumo por parte

das larvas, quando testaram a preferência por diferentes dietas em experimentos com outros lepidópteros. O formol é recomendado na dieta original do autor da dieta. Ele é utilizado para conservar a dieta sem a presença de microrganismos. Sendo inserido puro, a dieta pode ter ficado muito forte, o que ocasionou o baixo consumo pelas larvas. Durante a fase de larva, o único alimento oferecido às mariposas foi a dieta artificial. Sendo assim, a diferença na mortalidade pode estar associada às carências nutricionais das formulações testadas, às proporções dos diferentes componentes, às condições físicas, ao conteúdo da água, ao tamanho das partículas da mistura e à presença de contaminantes microbianos na dieta, conforme citam Zalucki, Clarke e Malcolm (2002), Cohen (2004) e Bajonero e Parra (2017).

Tabela 3 – Número médio de larvas mortas e canibalizadas, pupas mal-formadas e inviáveis e de adultos deformados e normais de *Condylorrhiza vestigialis* em cada uma das dietas artificiais testadas

Dieta	Soma	Larvas		Pupas		Adultos	
		Mortas	Canibalizadas	Mal-formadas	Inviáveis	Deformados	Normais
Base 1	150	0,97 C	0,01 A	-	-	-	-
Greene 1	150	0,39 B	0,06 AB	0,11 B	0,26 B	0,03 AB	0,06 C
Greene 2	150	0,35 B	0,09 B	0,07 AB	0,29 B	0,04 AB	0,12 B
Greene 3	150	0,37 B	0,33 C	0,08 AB	0,09 A	0,04 AB	0,11 B
Base 2	250	0,06 C	0,05 AB	0,03 A	0,04 A	0,06 B	0,73 A

Fonte: Autores (2020)

Em que: \*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de múltipla comparação (Student-Newman-Keuls), com significativa confiança de 95 %.

Na análise dos dados relacionados ao número de larvas canibalizadas, observa-se que as Dietas Base 1 e 2 e a Dieta de Greene 1 foram as que apresentaram a menor quantidade de larvas canibalizadas. As Dietas de Greene 1 e 2 formaram um segundo grupo homogêneo, enquanto a Dieta de Greene 3 foi a que apresentou o maior número de larvas canibalizadas (Tabela 3). Essa predação pode estar relacionada a alguma carência nutricional, suprida pelas larvas através do canibalismo.

A Dieta Base 2 apresentou o menor número de pupas mal-formadas. Este

parâmetro não foi considerado na Dieta Base 1, pois, nas repetições desta dieta, não ocorreu a formação de pupas. As dietas de Greene 2 e 3 obtiveram valores semelhantes à Dieta Base 2. A dieta Greene 1 foi a que produziu a maior quantidade de pupas mal-formadas (Tabela 3). Essa má formação pode estar relacionada à qualidade nutricional da dieta, pois, segundo Parra (1991), a deficiência nutricional na fase larval pode influenciar na má formação das pupas. Na Figura 1, está apresentada a imagem de pupas consideradas mal-formadas.

Na Tabela 3, observa-se que a Dieta Base 2 e a Greene 3 foram as que produziram o menor número de pupas inviáveis, sendo consideradas as melhores dietas para este parâmetro, enquanto as Dietas de Greene 1 e 2 foram as que obtiveram maior número de pupas inviáveis. Foram consideradas pupas inviáveis as que se formaram perfeitamente, mas delas não houve a emergência de adultos (Figura 1).

Figura 1 – Pupas de *Condylorrhiza vestigialis*: (A) Pupas malformadas; (B) Pupas inviáveis



Fonte: Autores (2020)

Os dados apresentados na Tabela 3 indicam que a Dieta Base 1 não originou adultos com deformações, uma vez que não houve a emergência de adultos, pois, durante a fase de larva, todas morreram. O menor percentual de adultos com deformações foi constatado nos adultos cujas larvas foram alimentadas com a Dieta

Base 2. As Dietas de Greene 1 e 2 tiveram percentuais muito próximos, enquanto o maior percentual de adultos com deformações foi encontrado na Dieta Greene 3. Campos, Coelho Junior e Parra (2017), num estudo com *Condylorrhiza vestigialis*, também verificaram deformações de adultos alimentados com uma dieta à base de milho, gérmen de trigo e levedura. As deformações, que podem ocorrer devido a algum desbalanceamento na quantidade de proteína presente na dieta, impedem que os insetos completem seu ciclo com eficiência, devido às limitações geradas, principalmente, pela dificuldade de voar (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013) (Figura 2).

Figura 2 – Adultos de *Condylorrhiza vestigialis* com deformações nas asas: (A) Adulto macho com asas defeituosas; (B) Adulto fêmea com asas defeituosas



Fonte: Autores (2020)

De acordo com Parra (1996), o aparecimento de uma anomalia morfológica em insetos adultos criados em laboratório pode ser a manifestação de alimentação com uma dieta com deficiências nutricionais durante a fase de larva. A Dieta Base 2 pode ter sido mais equilibrada nutricionalmente, pois foi a que apresentou o percentual mais baixo de anomalias morfológicas. A mesma tendência também se observa nos outros parâmetros avaliados na Tabela 3.

A Dieta Base 2 obteve o maior valor de adultos normais. As Dietas de Greene 1

e 2 não apresentaram diferenças significativas entre si; porém, diferiram das demais. A Dieta Greene 3 foi a que obteve a menor quantidade de adultos normais (Tabela 3).

A Dieta Base 2 foi a que resultou na maior percentagem de adultos sem defeitos, sendo, portanto, mais um motivo para ser considerada a mais adequada entre as outras formulações testadas para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório. Os indivíduos alimentados com esta dieta atravessaram todas as fases do seu ciclo, com parâmetros biológicos mais eficientes em relação às demais, produzindo grande quantidade de adultos saudáveis.

Na tabela 4, estão apresentados os pesos médios das pupas de machos e fêmeas. É possível observar que as Dietas de Greene 1 e a Dieta Base 2 foram as que proporcionaram os maiores valores de pesos das pupas, para machos e fêmeas. Este é outro parâmetro importante relacionado ao objetivo de criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório para a extração do vírus de suas larvas, pois, na fase de pupa, os insetos já adquiriram todo peso possível durante a etapa de larva. Assim, quanto maior a massa, maior a quantidade de vírus a ser extraído.

Tabela 4 – Pesos médios das pupas machos e fêmeas de *Condylorrhiza vestigialis*, cujas larvas foram alimentadas com as dietas testadas

Dieta	Peso Médio das Pupas (g)
Greene 1	0,1012 ± 0,01 (♀)
	0,1005 ± 0,02 (♂)
Greene 2	0,0825 ± 0,02 (♀)
	0,0904 ± 0,02 (♂)
Greene 3	0,0532 ± 0,01 (♀)
	0,0592 ± 0,02 (♂)
Base 1	-
Base 2	0,098 ± 0,01 (♀)
	0,092 ± 0,02 (♂)

Fonte: Autores (2020)

A razão sexual obtida após a emergência dos adultos está apresentada na Tabela 5. Os valores apresentados pelas Dietas Greene 1 e 2 e a Dieta Base 2 foram semelhantes, enquanto a Dieta de Greene 3 obteve o maior valor. A Dieta Base 2 apresentou razão sexual de 0,55. Esse valor foi semelhante aos encontrados por Campos, Coelho Junior e Parra (2017), que encontraram valores de 0,53, usando uma dieta natural à base de folhas de *Populus* sp., na alimentação das larvas; e 0,49, utilizando dieta artificial produzida em laboratório. A razão sexual ideal para organismos vivos é de 0,50 (1:1). Desse modo, a Dieta base 2 foi a que mais se aproximou desse valor. Quanto mais distante a razão sexual desse valor ideal, maiores as dificuldades de reprodução e o aumento da população.

Tabela 5 – Razão sexual de adultos de *Condylorrhiza vestigialis*, cujas larvas foram alimentadas com as dietas testadas

<b>Dieta</b>	<b>Razão Sexual</b>
Greene 1	0,56
Greene 2	0,56
Greene 3	0,67
Base 1	-
Base 2	0,55

Fonte: Autores (2020)

Em relação à duração do período de cada etapa do ciclo de vida de *Condylorrhiza vestigialis*, pode ser observado que, durante a fase de ovo, pré-pupa e pupa, a duração da etapa foi semelhante para todas as dietas; porém, na fase de larvas, constata-se que a Dieta Base 2 foi a que proporcionou o desenvolvimento das larvas em menor período de tempo, em relação às demais dietas (Tabela 6). Como o objetivo da criação é produção de larvas para a extração do vírus, esta dieta foi a que obteve os melhores resultados neste parâmetro, pois quanto menor o tempo para atingir a maturidade durante a fase de larva, mais precocemente e com mais eficiência as larvas atingirão maior quantidade de massa corporal para que possam ser usadas na extração do vírus.

Tabela 6 – Duração das etapas do ciclo biológico de *Condylorrhiza vestigialis*, alimentadas na fase de larva com as diferentes dietas testadas

Etapa do ciclo biológico	Dieta/Duração da etapa				
	Greene 1	Greene 2	Greene 3	Base 1	Base 2
Ovo	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias	3 dias
Larva	25,69 ± 5,80 dias	27,79 ± 3,25 dias	31,66 ± 6,44 dias	35 ± 1 dia	19,4 ± 2,41 dias
Pré-pupa	1 dia	1 dia	1 dia	-	1 dia
Pupa	9,83 ± 0,89 dias	10,13 ± 1,77 dias	9,13 ± 1,46 dias	-	9,05 ± 1,01 dias

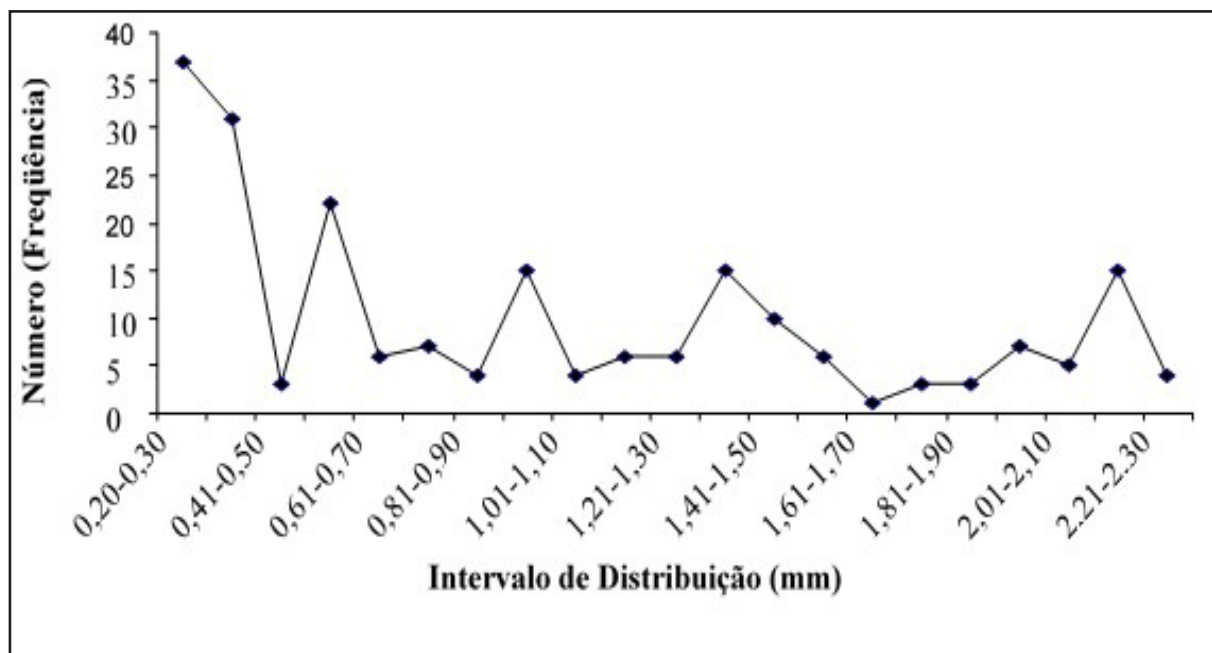
Fonte: Autores (2020)

A Dieta Base 2 foi a que apresentou os melhores resultados em todos os parâmetros avaliados, pois obteve as melhores médias de sobrevivência e de normalidade em todas as etapas do ciclo de vida, além de ser uma das dietas que proporcionou maior ganho de peso às larvas, num menor intervalo de tempo. Sendo assim, foi calculado o número de ínstaes larvais para as larvas alimentadas com esta dieta.

Na Figura 3, os dados foram dispostos em intervalos de distribuição no eixo do “x” de 0,10 em 0,10 mm e frequência no eixo do “y”. Os maiores picos representaram os cinco ínstaes pelos quais as larvas de *Condylorrhiza vestigialis* criadas na Dieta Base 2 passaram durante a fase larval. Essa quantidade de ínstaes larvais encontrada é igual aos valores encontrados por Chirinzane (2015) e Campos, Coelho Junior e Parra (2017), que também verificaram 5 ínstaes em testes realizados na criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório, utilizando dieta artificial e dieta natural à base de folhas de *Populus* sp. Esse fato demonstra novamente que a Dieta Base 2 é adequada à criação deste inseto em laboratório, pois o mesmo padrão de ínstaes larvais obtido neste trabalho foi observado em outros trabalhos. Este parâmetro é de extrema importância na análise da escolha de dietas artificiais, pois demonstra que o inseto não perdeu as suas características biológicas fundamentais.



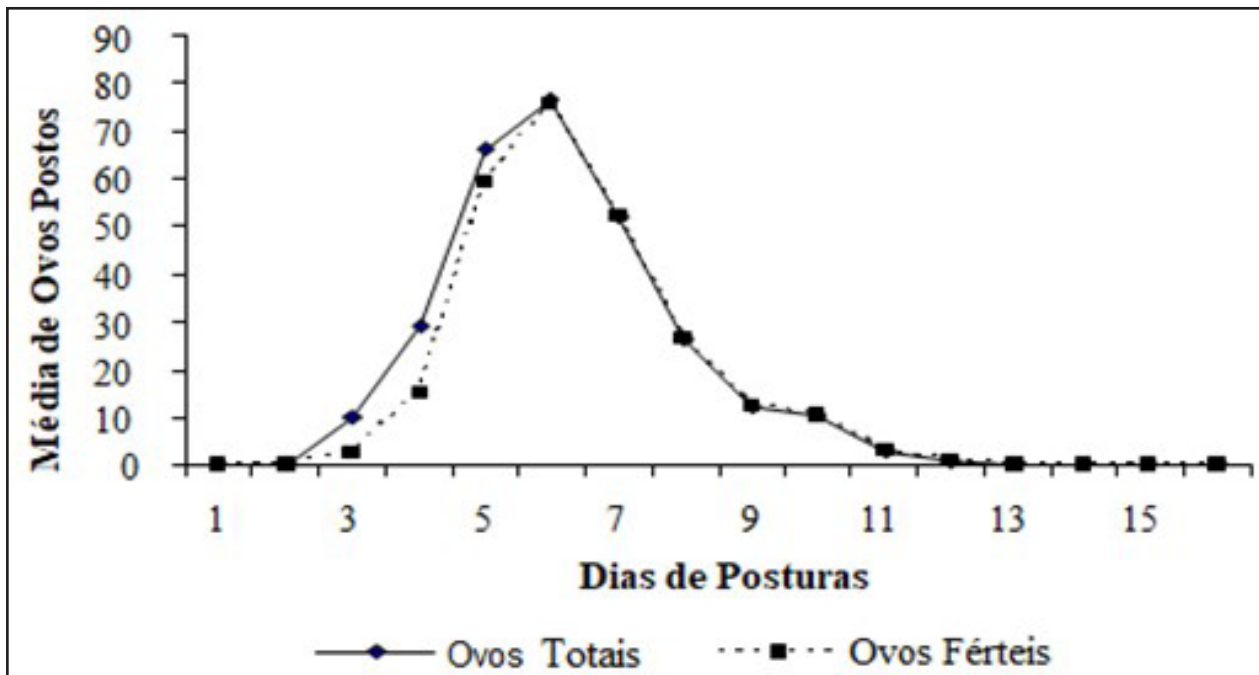
Figura 3 – Determinação do número de ínstares larvais de *Condylorrhiza vestigialis*, cujas larvas foram alimentadas com a Dieta Base 2



Fonte: Autores (2020)

Foi observado que as fêmeas de *Condylorrhiza vestigialis* iniciaram a postura a partir do terceiro dia após a emergência. No início da postura, verificou-se maior quantidade de ovos não viáveis, mas, a partir do quinto dia, essa diferença diminuiu. O maior pico de postura foi observado entre o quinto e o sexto dia após a emergência das fêmeas, momento em que foi verificada a queda na oviposição, que coincidiu com o começo da morte das fêmeas (Figura 4). A viabilidade dos ovos foi alta, com valor de 89,51%. Já o encerramento da oviposição foi verificado no décimo terceiro dia após o início (Figura 4).

Figura 4 – Posturas das fêmeas de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), alimentadas com a Dieta Base 2



Fonte: Autores (2020)

## 4 CONCLUSÃO

A Dieta Base 2 é a mais eficiente e viável dentre as dietas testadas para a criação de *Condylorrhiza vestigialis* em laboratório, pois proporciona o desenvolvimento mais eficiente durante as etapas do seu ciclo de vida, gerando maior quantidade de adultos saudáveis e férteis. Dessa forma, essa dieta pode ser utilizada para a criação em grande escala de *Condylorrhiza vestigialis*, para a obtenção e a multiplicação do vírus *Condylorrhiza vestigialis* multiple nucleopolyhedrovirus (CvMNPV).

## REFERÊNCIAS

- BAJONERO, J. G.; PARRA, J. R. P. Selection and Suitability of an Artificial Diet for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Based on Physical and Chemical Characteristics. **Jornal of Insect Science**, Annapolis, v. 17, n. 1, p. 1-8, jan. 2017.
- CAMPOS, L. S.; COELHO JUNIOR, A.; PARRA, J. R. Artificial diet for laboratory rearing of *Condylorrhiza vestigialis* (guenée, 1854) (Lep.: Crambidae). **Acadêmia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 1. p. 333-340, jan./mar. 2017.
- CASTRO, M. E. *et al.* A sequência do genoma de *Condylorrhiza vestigialis* NPV, um novo baculovírus para o controle da mariposa Álamo em *Populus* spp. no Brasil. **Journal of Invertebrate Pathology**, Seattle, v. 148, n. 1, p. 152-161, set. 2017.
- CHIRINZANE, C. J. **Criação de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), praga do gênero *Populus*, em laboratório usando diferentes dietas artificiais.** 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- COHEN, C. **Insect diets: science and technology.** Boca Raton: CRC Press, 2004. 324 p.
- DAL POGETTO, M. H. F. A.; WILCKEN, C. F. The effect of *Beauveria bassiana* on brazilian poplar moth *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 52, n. 1, p. 10-14, jan./mar. 2012.
- FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. *In*: EL-SHEMY, H. A. (ed.). **Soybean: pest resistance.** Rijeka: InTech, 2013. p. 231-280.
- GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing produce and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da larva da soja *Anticarsia gemmatalis*.** Londrina: Embrapa; CNPSo, 1985. 23 p.
- MACHADO, E. B.; SOUSA, N. J.; MOSCARDI, F. Eficiência em campo de diferentes concentrações de *Condylorrhiza vestigialis* multiple nucleopolyhedrovirus no controle de *Condylorrhiza vestigialis*. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 207-212, abr./jun. 2017.
- OTANÁSIO, P. N. *et al.* Comparison of two artificial diets to rear *Elaphria agrotina*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48 n. 5, p. 1-6, maio 2018.
- PALACÍN, F. F. *et al.* **Estadística asistida por ordenador:** Statgraphics Plus 4.1. 1. ed. [S. l.]: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 2000. p. 152.

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

PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. *In*: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (ed.). **Biotecnologia e nutrição de insetos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 91-174.

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

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. **Determinação do número de ínstaes de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 49 p.

SORENSEN, J. G.; ADDISON, M. F. Terblanche, J. S. Mass-rearing of insects for pest management: challenges, synergies and advances from evolutionary physiology. **Crop Protection**, Guildford, v. 38, n. 1, p. 87-94, ago. 2012.

VIDAL, D. M. **Identificação e síntese dos componentes do feromônio sexual de *Condyloorrhiza vestigialis* (Lep.: Crambidae) e *Edessa meditabunda* (Hem.: Pentatomidae)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, 2012.

ZALUCKI, M. P.; CLARKE, A. R.; MALCOLM, S. B. Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, n. 1, p. 361-393. jan./fev. 2002.

## Contribuição de Autoria

### 1 – Flávia de Albuquerque Seródio Corrêa

Engenheira Florestal, Ma., Pesquisadora Autônoma da RMC CIA - Consultoria Florestal  
<https://orcid.org/0000-0002-8377-1091> • f.a.s.fcorrea@gmail.com

Contribuição: Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição, Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia

### 2 – Nilton José Sousa

Engenheiro Florestal, Dr., Professor  
<https://orcid.org/0000-0003-3551-2527> • nilton.ufpr@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita, Análise Formal, Metodologia, Supervisão, Validação, Escrita – revisão e edição

### **3 – Eduardo Henrique Rezende**

Engenheiro Florestal, Dr., Pós Doutorando

<https://orcid.org/0000-0002-3150-8793> • eduardorezende114@gmail.com

Contribuição: Escrita, Investigação, Visualização de dados

### **4 – Renato de Moura Corrêa**

Engenheiro Florestal, Me., Pesquisador Autônomo da RMC CIA -Consultoria Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-7542-0398> • renatodemouracorrea@gmail.com

Contribuição: Investigação, Visualização de dados

### **5 – Marcos Giongo**

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1613-6167> • giongo@uft.edu.br

Contribuição: Supervisão, Validação, Escrita – revisão e edição. Visualização de dados

### **6 – Antonio Carlos Batista**

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0001-5929-3838> • batistaufpr@ufpr.br

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Metodologia, Supervisão, Validação, Escrita – revisão e edição

## **Como citar este artigo**

Corrêa, F. A. S.; Sousa, N. J.; Rezende, E. H.; Corrêa, R. M.; Giongo, M.; Batista, A. C. Dietas artificiais para criação de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), principal praga do gênero *Populus*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 351-370, 2022. DOI 10.5902/1980509855335. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509855335>.