

Desenvolvimento de estágio larval de *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em temperaturas sob condição padronizada

Development of the larval stage of Spodoptera frugiperda (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) at standardized temperatures

Lorena Contarini Machado¹, Hugo José Gonçalves dos Santos Junior², Beatriz Almeida dos Santos³, Carolina de Oliveira Soares⁴, Laura Vaillant Ribeiro Mauri⁵, Julianne Almeida Rodrigues⁶

RESUMO: A espécie *Spodoptera frugiperda*, conhecida como lagarta do cartucho, é de grande importância mundial. A multiplicação massal é essencial para execução de pesquisas com esse inseto, portanto, para a padronização da criação, é necessário determinar a duração e o número de instares. O número de instares pode ser influenciado por fatores como temperatura, quantidade e qualidade do alimento. Com o objetivo de obter informações sobre a relação entre dieta artificial e temperatura com a duração e o número de instares de *S. frugiperda* o bioensaio foi conduzido em quatro temperaturas. Diariamente foram retiradas 10 lagartas de cada tratamento para medições da largura da cápsula cefálica. O desenvolvimento do inseto seguiu a regra de Dyar, variando de cinco a sete instares, e a duração do estágio larval entre 11 a 19 dias.

Palavras-chave: Dieta artificial. Inseto praga. Instar larval. Lagarta do cartucho.

ABSTRACT: *Spodoptera frugiperda*, a.k.a. armyworm, is highly relevant worldwide. Mass multiplication is essential for research with the insect. It is necessary to determine duration and number of instars for the standardization of breeding. The number of instars may be affected by such factors as temperature, food quantity and quality. A bio-assay was conducted at four temperatures to obtain information on the relationship between artificial diet and temperature and the duration and number of instars of *S. frugiperda*. Ten caterpillars from each treatment were retrieved to measure the width of the cephalic capsule. Insect development followed Dyar rule varying between five and seven instars and duration of larval stage between 11 and 19 days.

Keywords: Artificial diet. Pests. Larval instar. Armyworm.

Autor correspondente:

Lorena Contarini Machado: lorenarini@hotmail.com

Recebido em: 07/01/2021

Aceito em: 26/04/2021

¹ Doutoranda em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre (ES), Brasil.

² Professor Associado III (UFES), Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre (ES), Brasil.

³ Graduanda em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre (ES), Brasil.

⁴ Doutoranda em Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil.

⁵ Doutoranda em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre (ES), Brasil.

⁶ Doutora em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre (ES), Brasil.

INTRODUÇÃO

A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), é um inseto praga bem estudado no Brasil e no mundo, devido principalmente à dispersão e à diversidade de hospedeiros dos quais alimenta-se, contribuindo para busca de novas áreas ou a permanência em uma região colonizada (VILARINHO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2017; FAN *et al.*, 2020; SUBY *et al.*, 2020). No Brasil, em um levantamento feito por Montezano *et al.* (2018), foram identificadas 82 novas espécies de plantas hospedeiras. Trata-se de uma espécie praga importante e que deve-se melhorar a compreensão quanto à sua biologia e manejo (MONTEZANO *et al.*, 2018). Contudo, para que pesquisas sejam conduzidas e ensaios realizados é necessária a criação massal a nível laboratorial.

A criação massal de insetos em laboratório permite estabelecer uma condição padronizada quanto ao controle da temperatura, umidade e fotoperíodo. A variabilidade intraespecífica no número de instares larvais é variável em taxa de insetos, ocorrendo na maioria das principais ordens, tanto em insetos hemimetábolos quanto holometábolos (ESPERK; TAMMARU; NYLIN, 2007). Dessa forma, em diversos trabalhos encontramos informações sobre a biologia de *S. frugiperda*, principalmente em substratos *in natura*, quanto à duração da fase holometabólica, ou seja, ovo, larva, pupa e adulto (PINHEIRO *et al.*, 2008; MONTEZANO *et al.*, 2019; DU PLESSIS; SCHLEMMER; VAN DEN BERG, 2020).

Contudo, para *S. frugiperda*, são poucos estudos que demonstram a duração de cada instar durante o estágio larval em dieta artificial e quantos instares são possíveis de ocorrer em determinada temperatura de criação. Alguns fatores mais comuns que influenciam o número de instar são a temperatura, fotoperíodo, qualidade e quantidade de alimentos, umidade, densidade da criação, condições físicas, heranças e sexo (ESPERK; TAMMARU; NYLIN, 2007). Além disso, dentre as condições padronizadas de criação, como por exemplo a dieta artificial, é um outro fator que interfere no número de instares, reforçando a necessidade de estudos investigativos nesse viés que deem base segura para aplicações em ensaios que requerem esses dados primários (MURÚA; VIRLA; DEFAGÓ, 2003; ESPERK; TAMMARU; NYLIN, 2007; SILVA *et al.*, 2017; MONTEZANO *et al.*, 2019; FERNANDES *et al.*, 2020).

Essas informações peculiares da fase larval são de interesse para o estudo laboratorial, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas que implementem o manejo integrado de pragas (MONTEZANO *et al.*, 2019). O presente estudo complementa as contribuições anteriores de desenvolvimento larval de *S. frugiperda* em dieta artificial (MURÚA; VIRLA; DEFAGÓ, 2003), forragens (SANTOS *et al.*, 2003; FERNANDES *et al.*, 2020) e temperaturas (ALI; LUTTRELL; SCHNEIDER, 1990; DU PLESSIS; SCHLEMMER; VAN DEN BERG, 2020). Portanto, pressupõe-se que a alimentação em condições padronizadas de criação, como a dieta artificial, submetidas a diferentes temperaturas interferem na duração da fase larval e no número de instar.

Dessa forma, são necessárias informações referentes à duração da fase larval em dias e a relação com o instar larval e a temperatura para criação em dieta artificial. Assim, o objetivo foi determinar o número de instares, e a duração em dias de cada instar, em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial em condição padronizada de criação sob diferentes temperaturas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) localizado no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE/UFES), no período de junho a agosto de 2020.

2.1 CRIAÇÃO MASSAL E MANUTENÇÃO DE *Spodoptera frugiperda*

A criação e manutenção de *S. frugiperda* foram realizadas em condições padronizadas em sala climatizada a temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 60% e fotofase de 12 horas. Os adultos foram mantidos em gaiola de PVC alimentados por meio de algodão embebido em solução de sacarose a 10%. Para a oviposição, foram utilizadas folhas de papel branco recobrimo o interior das gaiolas, sendo retiradas a cada dois dias para a remoção das posturas. As posturas foram mantidas em potes plásticos transparentes até a eclosão dos neonatos. Estes foram transferidos com o auxílio de um pincel de cerdas macias para recipientes plásticos (100 mL) contendo dieta artificial adaptada a base de feijão, gérmen de trigo, levedura de cerveja e caragenina descrita por Nalim (1991), permanecendo por cinco dias. Posteriormente foram transferidas aproximadamente 40 lagartas para recipiente de acrílico tipo gerbox[®] (dimensões de 11 x 11 x 3 cm) e após 10 dias foram individualizadas em gerbox[®] (3 cm diâmetro) até a formação de pupa. Com a emergência dos adultos, os mesmos foram transferidos para as gaiolas de criação, dando continuidade ao ciclo.

2.2 BIOENSAIO

Para a realização do bioensaio, visando à obtenção de insetos em diferentes estádios de desenvolvimento, lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda* provenientes da criação massal do laboratório foram transferidas, individualmente, para recipiente tipo gerbox redondo (6 cm diâmetro) contendo pedaços de dieta artificial. Lotes de insetos, aproximadamente 300 lagartas/temperatura, foram separados e acondicionados em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31 ± 1 °C; fotofase de 12 horas; umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$.

Diariamente, dez lagartas de cada uma das temperaturas foram coletadas e mortas em álcool 70%. Posteriormente, foram medidas as larguras das capas cefálicas com o auxílio de uma ocular graduada, acoplada a um microscópio estereoscópio.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e a determinação do número de ínstaes e a respectiva razão de crescimento foram baseados no modelo matemático com base na regra de Dyar (PARRA; HADDAD, 1989). Para decisão da seleção dos ínstaes foi selecionada a hipótese conforme: i) não sobreposição dos intervalos de confiança para as médias de largura da capa cefálica; ii) maior valor do coeficiente de determinação da regressão linear (R^2); iii) concordância do valor estimado da razão de crescimento (K) em relação ao intervalo de variação de K proposto por Dyar (1890).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das curvas de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de *S. frugiperda* alimentadas em dieta artificial nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31 ± 1 °C foi possível perceber que existe uma influência importante da temperatura na fase de duração larval (Figuras 1, 2, 3 e 4).

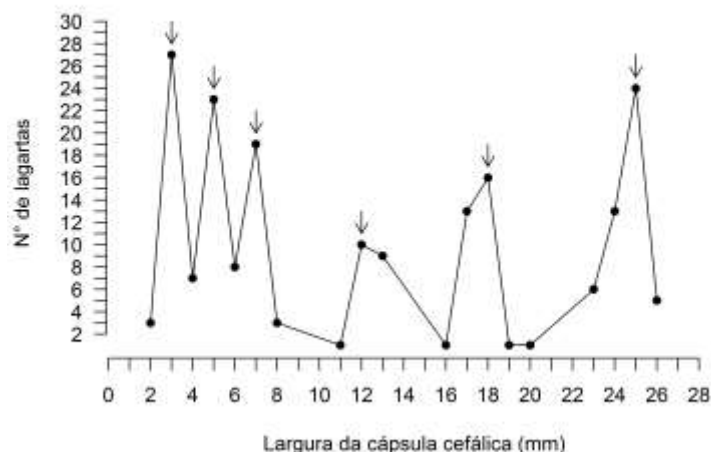


Figura 1. Curva de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em dieta artificial sob temperatura de 22 ± 1 °C. Fotofase: 12h e UR: $70 \pm 10\%$. As setas indicam o número de ínstaes larvais com base nas hipóteses estabelecidas para avaliação da distribuição multimodal.

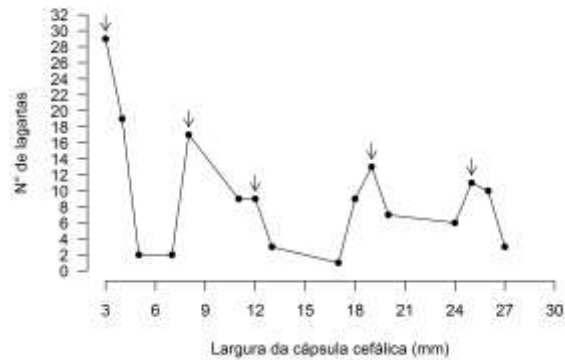


Figura 2. Curva de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em dieta artificial sob temperatura de 25 ± 1 °C. Fotofase: 12h e UR: $70 \pm 10\%$. As setas indicam o número de instar larval com base nas hipóteses estabelecidas para avaliação da distribuição multimodal.

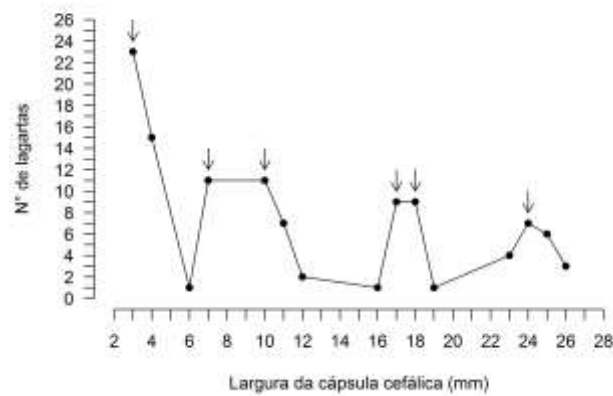


Figura 3. Curva de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em dieta artificial sob temperatura de 28 ± 1 °C. Fotofase: 12h e UR: $70 \pm 10\%$. As setas indicam o número de instar larval com base nas hipóteses estabelecidas para avaliação da distribuição multimodal.

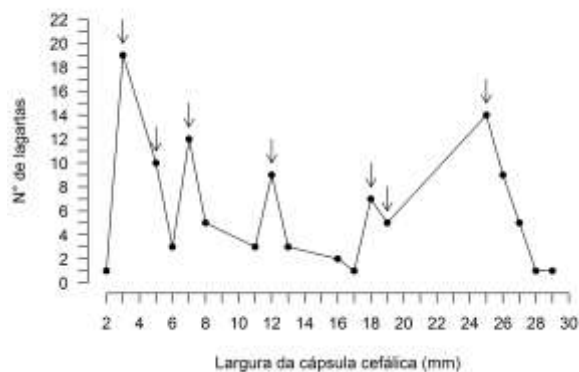


Figura 4. Curva de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em dieta artificial sob temperatura de 31 ± 1 °C. Fotofase: 12h e UR: $70 \pm 10\%$. As setas indicam o número de instar larval com base nas hipóteses estabelecidas para avaliação da distribuição multimodal.

Na Tabela 1 a seguir é possível observar que com base nas hipóteses estabelecidas para avaliação da distribuição multimodal foi possível estimar a quantidade de instares em cada uma das temperaturas analisadas. Percebe-se que não houve sobreposição dos intervalos de confiança (IC) e que o valor do coeficiente de determinação da regressão linear (R^2) variou de 0,83 a 0,97, apresentando em todas as temperaturas uma boa estimativa. Também houve a concordância do valor estimado da razão de crescimento (K). O valor médio da razão de crescimento (K) encontrada no presente trabalho para as temperaturas de 22, 25, 28 e 31 \pm 1 $^{\circ}$ C foi, respectivamente, de: 1,51; 1,47; 1,34; e 1,31, e os mesmos estão dentro da faixa de aceitação do intervalo de variação de K proposto por Dyar (1890), que varia de 1,1 a 1,9 (PARRA; HADDAD, 1989).

Tabela 1. Largura das cápsulas cefálicas de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial sob as temperaturas de 22, 25, 28 e 31 \pm 1 $^{\circ}$ C. Fotofase: 12h e UR: 70 \pm 10%

Ínstar	Largura					
	22 $^{\circ}$ C			25 $^{\circ}$ C		
	IV ¹	Média	IC ² (P < 0,05)	IV ¹	Média	IC ² (P < 0,05)
	mm					
I	2,00 - 3,00	2,90	2,79 - 3,01	3,00 - 3,00	3,00	3,00 - 3,00
II	4,00 - 5,00	4,77	4,61 - 4,93	4,00 - 8,00	5,90	5,28 - 6,52
III	6,00 - 7,00	6,70	6,52 - 6,89	11,00 - 12,00	11,50	11,24 - 11,76
IV	8,00 - 12,00	11,07	10,10 - 12,04	13,00 - 19,00	17,88	17,20 - 18,64
V	13,00 - 18,00	16,46	15,82 - 17,10	20,00 - 27,00	24,32	23,57 - 25,08
VI	19,00 - 26,00	24,38	24,01 - 24,75	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-
R ²	0,97			0,93		
K ³	1,51			1,47		
Ínstar	Largura					
	28 $^{\circ}$ C			31 $^{\circ}$ C		
	IV ¹	Média	IC ² (P < 0,05)	IV ¹	Média	IC ² (P < 0,05)
	mm					
I	3,00 - 3,00	3,00	3,00 - 3,00	2,00 - 3,00	2,95	2,85 - 3,05
II	4,00 - 7,00	5,30	4,71 - 5,89	5,00 - 5,00	5,00	5,00 - 5,00
III	10,00 - 10,00	10,00	10,00 - 10,00	6,00 - 7,00	6,80	6,57 - 7,03
IV	11,00 - 17,00	14,21	12,80 - 15,63	8,00 - 12,00	10,65	9,72 - 11,57
V	18,00 - 18,00	18,00	18,00 - 18,00	13,00 - 18,00	16,46	15,19 - 17,73
VI	19,00 - 26,00	24,14	23,45 - 24,84	19,00 - 19,00	19,00	19,00 - 19,00
VII	-	-	-	25,00 - 29,00	25,87	25,48 - 26,26
R ²	0,83			0,92		
K ³	1,34			1,31		

*¹IV - Intervalo de variação; ²IC - Intervalo de confiança; ³K - Razão de crescimento médio.

A temperatura de 25 \pm 1 $^{\circ}$ C, que é considerada padrão para a criação dos insetos em laboratório, apresentou cinco instares (Figura 2), corroborando com o estudo de Ali, Luttrell e Schneider (1990), enquanto que Montezano *et al.* (2019) constataram seis instares nessa mesma temperatura. Diversos fatores influenciam na determinação do número de instar, para *S. frugiperda* os principais são: qualidade dos alimentos, temperatura e variação dentro das condições padronizadas de criação (ESPERK; TAMMARU; NYLIN, 2007).

No presente trabalho foi possível verificar que à medida que a temperatura diminuía ou aumentava houve a observação do aumento do número de instares, chegando a sete instares na temperatura de 31 ± 1 °C (Figura 4). Em outros trabalhos também foi demonstrado que os extremos de temperatura aumentam o número de instares, sendo que a 38 °C foi constatada mortalidade de lagartas no quarto instar (ALI; LUTTRELL; SCHNEIDER, 1990; MONTEZANO *et al.*, 2019).

O resultado encontrado na temperatura de 31 ± 1 °C foi interessante, pois apesar da duração da fase larval de 11 dias, a capacidade de crescimento mais acelerado em função do aumento da temperatura favorecia ecdises e aumento da cápsula cefálica com maior frequência (Tabela 1 e Figura 5). Isso pode ser comprovado até mesmo pela duração da fase larval, em que larvas de 2º, 4º, 5º e 6º instares foram de apenas 1 dia, e as variações do tamanho da capa cefálica nessas 24 horas foram de 8 a 12 mm para o 4º instar, 13 a 18 mm para o 5º instar, enquanto que o 2º e o 6º instar mantiveram-se com 5 mm e 19 mm, respectivamente (Tabela 1 e Figura 5).

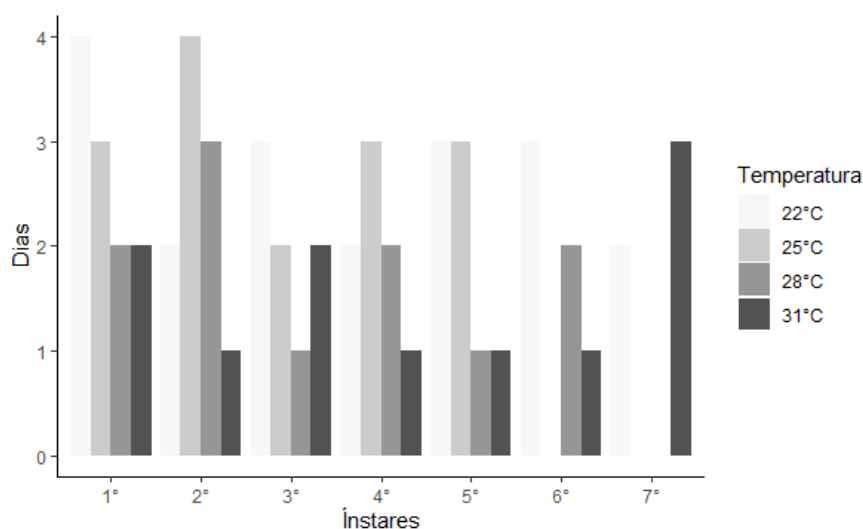


Figura 5. Tempo médio de cada instar larval de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em dieta artificial sob as temperaturas de 22, 25, 28 e 31 ± 1 °C. Fotofase: 12h e UR: $70 \pm 10\%$.

Em temperaturas mais baixas (22 ± 1 °C) esse aumento no número de instares, em relação à temperatura padrão (25 °C), pode ser explicado por uma maior duração do tempo larval, estendendo-se por 19 dias (Tabela 1 e Figura 5). Em geral temperaturas mais baixas atrasam o desenvolvimento larval (DU PLESSIS; SCHLEMMER; VAN DEN BERG, 2020). Resultado semelhante foi encontrado por Du Plessis, Schlemmer e Van den Berg (2020) em lagartas de *S. frugiperda* criadas com grãos de milho doce, que constataram também uma maior duração dos instares larvais em temperaturas mais baixas.

Além da temperatura, plantas hospedeiras menos adequadas para a alimentação podem prolongar o desenvolvimento larval, atingindo entre cinco a dez instares (SANTOS *et al.*, 2003;

MURÚA; VIRLA; DEFAGÓ, 2003; MONTEZANO *et al.*, 2019). Em condições de campo, geralmente encontra-se apenas uma lagarta por planta, e a duração larval pode chegar a 30 dias em folhas de milho (MOREIRA; ARAGÃO, 2009). Podemos perceber que além da temperatura influenciar na duração do desenvolvimento larval, tal como apresentado na Figura 5 (22 °C - 19 dias; 25 °C - 15 dias; 28 e 31 °C - 11 dias), o substrato alimentar também é outro fator importante.

A qualidade nutricional está relacionada com o substrato alimentar e interfere no desenvolvimento larval, impedindo até mesmo de atingir a fase adulta, como observado em *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) quando alimentada com azevém e cornichão (BARROS; TORRES; BUENO, 2010; SILVA *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2020). Em alguns casos, uma maior duração do período larval é uma maneira de compensar a baixa qualidade nutricional do alimento e prolongar o consumo até que atinja fase de pupa (SILVA *et al.*, 2017). Isso pode ser utilizado como tática de manejo cultural, usando espécies que apresentam qualidade nutricional reduzida para auxiliar na supressão da praga. Por exemplo, rotacionar o cultivo com o azevém, pois apresenta baixa capacidade de colonização por insetos e interfere no desempenho do ciclo biológico (FERNANDES *et al.*, 2020).

No presente trabalho foi usada dieta artificial para inferir a duração larval em dias e auxiliar a pesquisa em laboratório. A dieta usada nesse ensaio é a descrita por Nalim (1991) a base de feijão, gérmen de trigo e levedura de cerveja; no trabalho de Silva *et al.* (2017) usaram para o ensaio a dieta proposta por Greene, Leppla e Dickerson (1976), contendo outros nutrientes dentre os quais: caseína, proteína de soja, complexo vitamínico; e, podemos constatar, que até mesmo em dieta artificial, que contém os nutrientes adequados para o desenvolvimento, pode haver variações na duração da fase larval, reforçando a necessidade do presente estudo.

Outra variação foi em relação ao intervalo dos instares (Tabela 1) que em média atingiram no mínimo 2,90 mm de espessura inicial a 25,48 mm de espessura final, variando conforme a temperatura na qual os indivíduos estavam condicionados. Pode-se perceber ainda que a variação no número de estágios e a duração do período larval indicam que o aumento no número de instares não provém de uma divisão de estágios já existentes, mas de acréscimos de novos estágios larvais.

Outro dado relevante é a duração em dias de cada instar larval (Figura 5). Essa informação é útil para aplicar a bioensaios laboratoriais, uma vez que em termos acadêmicos a palavra instar é muito utilizada, esclarecendo assim quantos dias são necessários em determinada temperatura e alimentando-se de uma dieta específica para atingir determinado instar larval. Isso pode ser exemplificado com micro-organismos entomopatogênicos, como baculovírus, o qual empregado dias de desenvolvimento larval e não instar (VALICENTE *et al.*, 2013; MACHADO *et al.*, 2021, no prelo). Isso ocorre pois em muitas biofábricas o entendimento de dias após a eclosão dos ovos facilita a compreensão dos funcionários, no

entanto para pesquisadores o emprego de instar larval é mais usual. Este trabalho permite esclarecer a duração larval em dias em função dos instares conforme a temperatura empregada na criação, promovendo esclarecimentos para aplicação da pesquisa em criação massal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da fase larval de *S. frugiperda* seguiu a regra de Dyar. Houve interferência da temperatura de criação na duração e quantidade de instares larvais sob condição padronizada de alimentação com dieta artificial. Nas temperaturas avaliadas variou de cinco a sete instares e a duração larval entre 11 a 19 dias.

A temperatura padrão de criação massal é 25 °C e, na dieta estudada, apresentou cinco instares com duração total de 15 dias de fase larval, sendo três dias no 1º instar; quatro dias para o 2º instar; dois dias para o 3º instar; e três dias para o 4º e para o 5º instar.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALI, A.; LUTTRELL, R. G.; SCHNEIDER, J. C. Effects of Temperature and Larval Diet on Development of the Fall Army worm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of The Entomological Society of America**, v. 83, n. 4, p. 725-733, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/83.4.725>.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, Desenvolvimento e Reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Diferentes Hospedeiros de Importância Econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600023>.

ESPERK, T.; TAMMARU, T.; NYLIN, S. Intraspecific Variability in Number of Larval Instars in Insects. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 3, p. 627-645, 2007. DOI: 10.1603 / 0022-0493 (2007) 100 [627: ivinol] 2.0.co.

FAN, J.; WU, P.; TIAN, T.; REN, Q.; HASEEB, M.; ZHANG, R. Potential Distribution and Niche Differentiation of *Spodoptera frugiperda* in Africa. **Insects**, v. 383, n. 11, 2020. DOI: 10.3390 / insects11060383.

FERNANDES, F. O.; ABREU, J. A. DE.; CHRIST, L. M.; ROSA, A. P. S. A. DA; MENDES, S. M. Development of *Helicoverpa armigera* Hübner, 1805 and *Spodoptera*

frugiperda Smith, 1797 in winter forages. **Biosci. J.**, v. 36, n. 3, p. 844-856, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n3a2020-47782>.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean Caterpillar: A Rearing Procedure and Artificial Medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976. DOI: 10.1093/jee/69.4.487.

MACHADO, L. C.; SANTOS JUNIOR, H. G. dos; MAURI, L. V. R.; GUILHEN, J. H. S.; PAIVA, C. E. C. Aperfeiçoamento da técnica de produção massal *in vivo* de Baculovirus *spodoptera*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, 2021.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African Entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Developmental Parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Immature Stages Under Controlled and Standardized Conditions. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8, p. 76-89, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p76>.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas do Milho**, p. 100-101. Campinas, 2009.

MURÚA, M. G.; VIRLA, E. G.; DEFAGÓ, V. Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides. **Bol. San. Veg. Plagas**, v. 29, p. 43-51, 2003.

NALIM, D. M. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991. 150f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

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

PINHEIRO, J. C. A.; PÁDUA, L. E. DE M.; PORTELA, G. L. F.; BRANCO, R. T. P. C.; REIS, A. S. DOS.; SILVA, P. R. R. Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado do Piauí. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 197-203, 2008. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117611025>.

PLESSIS, H. D.; SCHLEMMER, M. L.; BERG, J. V. D. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Insects**, v. 228, n. 11, p. 1-11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11040228>.

SANTOS, L. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G.; EFROM, C. F. S. Larval and pupal stage of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet and field corn genotypes. **Braz. J. of Biol.**, v. 63, n. 4, p. 627-633, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400009>.

SILVA, D. M. DA; BUENO, A. DE F.; STECCA, C. DOS S.; ANDRADE, K.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. DE O. Biology of *Spodoptera eridania* and *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4, p. 752-760, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.100.0423>.

SUBY, S. B.; SOUJANYA, P. L.; YADAVA, P.; PATIL, J.; SUBAHARAN, K.; PRASAD, G. S.; BABU, K. S.; JAT, S. L.; YATHISH, K. R. J.; VADASSERY, J.; KALIA, V. K.; BAKTHAVATSALAM, N.; SHEKHAR, J. C.; RAKSHIT, S. Invasion of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in India: nature, distribution, management and potential impact. **Current Science**, v. 119, n. 1, p. 44-51, 2020. DOI: 10.18520 / cs / v119 / i1 / 44-51.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S.; PENA, R. C.; ANDREAZZA, R.; GUIMARÃES, M. R. F. Cannibalism and virus production in *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae fed with two leaf substrates inoculated with Baculovirus *spodoptera*. **Neotrop. Entomol.**, v. 42, n. 2, p. 191-199, 2013. DOI: 10.1007/s13744-013-0108-6.

VILARINHO, E. C.; FERNANDES, O. A.; HUNT, T. E.; CAIXETA, D. F. Movement of *Spodoptera frugiperda* adults (Lepidoptera: Noctuidae) in maize in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 3, p. 480-488, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.094.0312>.