

Avaliação de elementos geleificantes de baixo custo para substituição do ágar usado na elaboração de dieta artificial de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Elmiro Correa Peres

Graduado em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

Cícero Augusto Guimarães Fuga

Graduado em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

Daniel Célio Gonçalves

Graduando em Agronomia, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG.

Walter Vieira da Cunha

Prof. do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

Resumo: A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das principais pragas do milho no Brasil. Para a realização de estudos bioecológicos e desenvolvimento de métodos de controle de um inseto é necessária a definição de uma dieta artificial que preencha requisitos mínimos de qualidade biológica, quantidade e economicidade. Dessa forma, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar elementos geleificantes de baixo custo para substituição do ágar usado na elaboração de dieta artificial de *Spodoptera frugiperda*. Foram utilizados o amido de milho e a gelatina como elementos geleificantes para substituírem o ágar, por se tratar do ingrediente mais caro utilizado na dieta artificial. O experimento foi realizado no Laboratório de Genética e Biotecnologia da Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias do Centro Universitário de Patos de Minas, no segundo semestre de 2009, tendo a dieta artificial da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo como tratamento testemunha, T1. Os tratamentos à base de amido de milho constituíram desde a substituição parcial a total do ágar pela quantidade fixa de 70g de amido de milho. Os tratamentos à base de gelatina constituíram na substituição inversamente proporcional da quantidade de ágar pela quantidade de gelatina. O desenho estatístico utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado, constituído de duas repetições de 25 lagartas por tratamento. As dietas foram cortadas em cubos de 2 cm³, colocando somente um cubo do tratamento específico em cada copo plástico com uma lagarta de 1.º instar. Foram avaliados os parâmetros peso (g) e comprimento (mm) das lagartas. Suas médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5%. Quanto ao peso (g), os tratamentos a base de amido de milho não diferiram estatisticamente do tratamento T1 e quanto ao comprimento (mm) os tratamentos T2, 75% ágar e 70 g amido de milho e T3, 50% ágar e 70g amido de milho não diferiram estatisticamente do tratamento T1. O elemento geleificante amido de milho foi eficiente em substituir parcialmente o elemento ágar na dieta artificial de *S. frugiperda* obtendo reduções no custo de até 40,6%.

Palavras-chave: Economia. Lagarta-do-cartucho. Manutenção. Viabilidade

Abstract: The armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) is one of the main pests on the corn crop in Brazil. One of the steps for the biologic studies and development of methods of insects control is the definition of an artificial diet, by attending the

minimum requests of biological quality, amount and economy. This way, this work aimed at assessing the gelling elements of low cost to replace the agar used at the production of the artificial diet of *S. frugiperda*. The experiment was made with two gelling elements - gelatin and corn starch - replacing the agar, because it is the most expensive ingredient used on the artificial diet from EMBRAPA/CNPMS. The experiment has been carried out at the Genetic and Biotechnology laboratory of FAECIA - UNIPAM, in the second semester of 2009, being the EMBRAPA/CNPMS artificial diet as the control treatment. The treatments with corn starch were based on the partial and total replacement of the agar by the fixed amount of 70g of corn starch. The treatments with gelatin were based on the inversely replacement of the agar by the amount of gelatin. The statistic design has been completely randomized, with two repetitions of 25 armyworms per treatment. The diets were cut in cubes of 2cm³, putting only one cube of the specific treatment in each plastic cup with one *S. frugiperda* at the first instar. The parameters of weight (g) and length (mm) of the armyworm were evaluated. The averages were submitted on the Tukey test of 5%. About the weight (g) the treatments with corn starch did not show significant difference of the control treatment T1 and, about the length (mm) the T2, 75% agar and 70 g corn starch and T3, 50% agar and 70 g corn starch treatments did not show significant difference of the control treatment T1. The gelling element corn starch showed efficiency to replace partially the agar element on the artificial diet of *S. frugiperda* getting reduction cost of around 40,6%.

Keywords: armyworm, economy, maintenance, viability

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae), é uma das principais pragas do milho no Brasil. O seu ataque ocorre em todos os estádios do milho podendo causar perdas na produção de até 34% (VALICENTE, 2008).

O conhecimento da biologia de um inseto é de fundamental importância para se desenvolver estratégias de manejo eficientes para fornecer subsídios a programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Um dos primeiros passos a serem vencidos para a realização de estudos bioecológicos e desenvolvimento de métodos de controle de um inseto é a definição de uma dieta artificial que permita a sua criação em laboratórios, preenchendo requisitos mínimos de qualidade biológica, quantidade e economicidade (SALVADORI & PARRA 1990).

No Brasil, os trabalhos com dietas artificiais foram iniciados no Departamento de Entomologia da ESALQ, em Piracicaba/SP, por Gallo *et al.* (1969). Os autores utilizaram a dieta proposta por Hensley e Hammond (1968), para a multiplicação de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974) (Lep.: Crambidae), em um programa visando a seu controle biológico. A partir daí outros trabalhos de pesquisas foram desenvolvidos visando à criação de insetos.

Uma dieta artificial ideal para a criação massal de insetos deve ter as seguintes características: 1) fornecer todos os nutrientes para a produção de insetos comparáveis aos da natureza; 2) propiciar alta viabilidade larval; 3) dar origem a adultos com alta capacidade reprodutiva; 4) ser de baixo custo; 5) ser facilmente preparada, a partir de ingredientes de fácil aquisição no mercado, dentre outros (SINGH 1983 & PARRA, 2002).

A possibilidade da criação de insetos em condições artificiais também facilitou estudos em fisiologia, genética, toxicologia, relação inseto-planta, patologia, biotecnologia, entre outros, propiciando grandes avanços à entomologia moderna. Vários grupos de insetos pragas podem ser mantidos em dietas artificiais, o que facilita a sua criação e permite manter um suprimento contínuo, principalmente nos períodos do ano em que eles não ocorrem no campo (PARRA, 2001).

Dentre os componentes da dieta artificial da *S. frugiperda*, é imprescindível o uso de ágar para solidificação da mesma, o qual tem elevado custo. Este é um hidroco-

loide extraído de algas marinhas, largamente utilizado na indústria alimentícia. Entre as suas principais propriedades destaca-se seu poder de solidificação (AGARGEL, 2003). Devido ao alto custo do ágar na dieta artificial, faz-se necessário a busca por substitutos do ágar com características semelhantes e de menor custo.

Algumas das opções para substituir o ágar são a gelatina e o amido de milho, sendo a gelatina um produto obtido da hidrólise parcial do colágeno, ingrediente tradicional na indústria de doces, principalmente devido às seguintes funções: agente solidificante, aerante, estabilizante e aglutinante (GELITA DO BRASIL, 1998); e o amido de milho, considerado um produto de grande potencial não só para alimentação humana e animal, mas também para a indústria, devido às suas propriedades físicas, químicas e funcionais (FRANCO *et al.*, 2002).

Devido ao baixo custo destes dois elementos geleificantes e pela facilidade de encontrá-los no mercado, tem elevada importância o desenvolvimento deste trabalho, levando em consideração a produção de uma dieta artificial mais barata e com as mesmas características nutricionais.

Portanto, este trabalho tem como objetivo a avaliação de elementos geleificantes de baixo custo para substituição do ágar usado na elaboração de dieta artificial de *Spo-doptera frugiperda*.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Genética e Biotecnologia (GENEB) da Faculdade de Engenharia e Ciências Agrárias (FAECIA) do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, no segundo semestre de 2009.

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado – DIC. Foram desenvolvidos nove tratamentos constituídos de duas repetições de 25 lagartas cada. Utilizou-se a dieta artificial padrão, produzida a partir da metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo para constituir o tratamento testemunha (T1). Os demais tratamentos constituíram-se da substituição parcial e total do elemento ágar pelos elementos geleificantes amido de milho e gelatina (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos com os elementos geleificantes ágar, amido de milho e gelatina. Patos de Minas/MG, UNIPAM, 2009

| Tratamentos | Elementos Geleificantes |
|----------------|-------------------------|
| T ₁ | 100% ágar |
| T ₂ | 75 % ágar e 70g amido |
| T ₃ | 50% ágar e 70g amido |
| T ₄ | 25% ágar e 70g amido |
| T ₅ | 70g amido |
| T ₆ | 75% ágar e 25% gelatina |
| T ₇ | 50% ágar e 50% gelatina |
| T ₈ | 25% ágar e 75% gelatina |
| T ₉ | 100% gelatina |

A dieta artificial padrão para *S. frugiperda* é constituída de vários elementos necessários ao desenvolvimento da lagarta do cartucho. Os elementos presentes na dieta artificial bem como suas respectivas funções são feijão, gérmen de trigo e levedura de cerveja como fontes de proteínas; solução inibidora (ácido propiônico + ácido fosfórico) como agente anticontaminante; nipagin (Metilparabeno), formaldeído, ácido sórbico e ácido ascórbico como função antioxidante; ágar como função geleificante e água: solvente (CORREA, 2006).

Com isso fez-se a substituição parcial e total do elemento ágar na dieta artificial padrão, pelos elementos geleificantes amido de milho e gelatina, originando as dietas modificadas à base de amido de milho e de gelatina, mantendo-se os demais elementos. Todos os ingredientes das dietas foram pesados separadamente para cada tratamento em béqueres de 250 ml. O feijão foi pesado separadamente em béqueres para ser colocado na autoclave durante uma hora a uma temperatura de 120°C. Os elementos levedura de cerveja, ácido ascórbico, metilparabeno (nipagin), ácido sórbico, formaldeído, solução inibidora, gérmen de trigo e água foram pesados separadamente, correspondendo a cada tratamento e sendo colocados em 9 béqueres de 250 ml, totalizando os nove tratamentos, produzindo uma quantidade de dieta para alimentar duas repetições de 25 lagartas cada, por tratamento. Esses ingredientes foram levados ao liquidificador industrial durante 1 minuto para completa homogeneização, exceto os elementos ágar, amido de milho e a gelatina, que foram pesados e colocados após, e assim homogeneizados durante 30 segundos, seguindo a metodologia preconizada pela EMBRAPA/CNPMS.

O ágar foi pesado em béqueres de 50 ml e levado ao microondas para desenvolver a função geleificante, sendo aquecido durante 10 minutos, e misturado, para não ocorrer o derramamento do ingrediente. Após isso, foi colocado no liquidificador, para ser misturado com os outros ingredientes por um período de 30 segundos.

A quantidade de amido de milho correspondente à dieta foi estabelecida por experimento anterior utilizando o amido de milho para crescimento de fungos na quantidade correspondente à taxa de crescimento (100g de amido de milho para cada 1000 ml de água) (VIEIRA, 2006), sendo que no preparo da dieta padrão são utilizados 700 ml de água; convencionou-se utilizar a quantidade fixa de 70g de amido de milho para cada dieta, variando nestes tratamentos somente a concentração de ágar. O amido de milho foi pesado separadamente em béqueres de 250 ml para cada tratamento. Após isso foram levados ao microondas durante 1 minuto, e em seguida despejados no liquidificador junto aos outros ingredientes, misturando-se por 30 segundos.

Quanto à gelatina, foi utilizada a incolor e inodora disponível no comércio. Sua pesagem foi inversamente proporcional à porcentagem de ágar utilizada nos tratamentos para a produção das dietas. A quantidade de gelatina a ser pesada para conduzir o experimento foi seguida pela indicação do fabricante quanto à eficiência na geleificação. A partir daí fizeram-se os cálculos necessários em função da quantidade de ágar que seria substituído pela gelatina. A gelatina foi colocada em béqueres de 1000 ml com a quantidade de 300 ml de água fria para todos os tratamentos, deixando-se em repouso durante 5 minutos, conforme especificação do fabricante. Após isso o béquer foi colocado na chapa aquecedora a uma temperatura de 50° C, até ocorrer a completa dissolução da gelatina na água, sendo em seguida despejada no liquidificador industrial com os outros ingredientes para a completa homogeneização durante 30 segundos.

Após a homogeneização de todos os ingredientes no liquidificador industrial, cada tratamento foi colocado em tabuleiros de 20 cm x 10 cm x 2 cm (comprimento, largura e altura, respectivamente), sendo mantidos em temperatura ambiente durante 30 minutos e depois levados à geladeira a uma temperatura de 14° C por um período

de 14 horas, para total solidificação e geleificação das dietas. No dia seguinte fez-se a individualização dos tratamentos. Primeiramente os tabuleiros foram levados à câmara e colocados sob luz ultravioleta durante 30 minutos para a completa esterilização do material. Foi estabelecido um cubo de 2cm³ de volume como o pedaço padrão a ser fornecido às lagartas. Após a individualização de um pedaço por copo plástico de 50 ml colocou-se uma lagarta de primeiro instar com um pequeno pincel por copo plástico, vedado com a tampa. Após a distribuição de todos os tratamentos, estes foram levados à sala climatizada com temperatura constante de 25°C para o melhor desenvolvimento das lagartas.

Após 15 dias da individualização de *S. frugiperda*, encontrando-se a maioria das lagartas no sexto instar de desenvolvimento, fez-se a avaliação individual quanto aos parâmetros peso (g) com uma balança de precisão (0,001g) e comprimento (mm) por meio de um paquímetro digital. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e suas médias submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa ASSISTAT. Na avaliação dos custos das dietas artificiais, foram considerados somente os preços dos elementos geleificantes ágar, amido de milho e gelatina para cada tratamento.

Resultados e discussão

Tabela 2. Valores médios obtidos dos tratamentos quanto à variável peso (g) das lagartas

| Tratamentos | Descrição dos Tratamentos | Peso (g) | |
|----------------|---------------------------|----------|---|
| T ₁ | 100% ágar | 0,35 | a |
| T ₂ | 75 % ágar e 70g amido | 0,39 | a |
| T ₃ | 50% ágar e 70g amido | 0,33 | a |
| T ₅ | 70g amido | 0,33 | a |
| T ₆ | 75% ágar e 25% gelatina | 0,06 | b |
| T ₇ | 50% ágar e 50% gelatina | 0,05 | b |
| T ₈ | 25% ágar e 75% gelatina | 0,02 | b |
| T ₉ | 100% gelatina | 0,02 | b |

T₁, testemunha; T₂, 75% ágar e 70 g amido; T₃, 50% ágar e 70 g amido; T₅, 70 g amido; T₆, 75% ágar e 25% gelatina; T₇, 50% ágar e 50% gelatina; T₈, 25% ágar e 75% gelatina; T₉, 100% gelatina. Patos de Minas/MG. UNIPAM, 2009

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente de 5% pelo teste de Tukey.

Pode ser observado na Tabela 2 que o tratamento T₄ não está presente. Isso se deve à ocorrência de 95% da mortalidade das lagartas neste tratamento. Provavelmente esta mortalidade ocorreu em função de manuseio incorreto no momento de distribuição das lagartas. Analisando o parâmetro peso, a partir da Tabela 2 é possível observar que os tratamentos T₂, T₃ e T₅, à base de amido de milho, não diferiram do tratamento T₁ (testemunha). Foi observado que à medida que o elemento ágar foi sendo substituído pelo elemento amido de milho, houve uma menor eficiência na geleificação e con-

sistência da dieta artificial. Poderíamos esperar que a partir do T₄ (25% ágar e 70 g amido) a dieta diminuiria sua consistência, influenciando no desenvolvimento e sobrevivência das lagartas.

O ganho de peso pelo inseto é um importante parâmetro para avaliação de crescimento, uma vez que é um fator que se correlaciona diretamente com a quantidade e qualidade de alimento ingerido (PARRA & HADDAD, 1989).

De acordo com Parra (1991), citado por Busato *et al.* (2006), a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afeta entre outros aspectos a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento e o peso do corpo.

Quanto aos tratamentos à base de gelatina que têm pouca quantidade de carboidrato e proteína em relação aos tratamentos à base de amido de milho, verifica-se um baixo ganho de peso se comparado aos tratamentos à base de amido de milho. Isso pode estar associado a alguma propriedade química ou nutricional do elemento geleificante gelatina que pode ter influenciado diretamente na alimentação de *S. frugiperda* e, conseqüentemente, em seu menor desenvolvimento e menor ganho de peso.

Tabela 3. Valores médios dos tratamentos quanto à variável comprimento (mm) das lagartas

| Tratamentos | Comprimento (mm) | |
|----------------|------------------|----|
| T ₁ | 27,81 | a |
| T ₂ | 29,48 | a |
| T ₃ | 23,96 | ab |
| T ₅ | 20,97 | c |
| T ₆ | 9,45 | c |
| T ₇ | 11,66 | c |
| T ₈ | 9,83 | c |
| T ₉ | 9,94 | c |

T₁, testemunha; T₂, 75% ágar e 70 g amido; T₃, 50% ágar e 70 g amido; T₅, 70 g amido; T₆, 75% ágar e 25% gelatina; T₇, 50% ágar e 50% gelatina; T₈, 25% ágar e 75% gelatina; T₉, 100% gelatina. Patos de Minas/MG. UNIPAM, 2009

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey.

Analisando a Tabela 3, podemos verificar que os tratamentos T₂ (75% ágar e 70g amido) e T₃ (50% ágar e 70g amido) não diferiram estatisticamente do tratamento T₁ (testemunha).

Normalmente em insetos, os alimentos mais adequados propiciam menor duração das fases de desenvolvimento e maior sobrevivência (PARRA, 2001, apud NAVA & PARRA, 2005).

O melhor desempenho dos insetos na dieta artificial à base de amido de milho pode ser atribuído à elevada concentração de carboidratos. Segundo Parra (1991), carboidratos e proteínas são sempre essenciais às dietas de insetos em desenvolvimento, sendo exigidas em altas concentrações para um crescimento ótimo.

Os menores números obtidos quanto a peso e comprimento das lagartas criadas pelos tratamentos à base de gelatina indicam que este elemento geleificante não proporcionou condições ótimas de desenvolvimento de *S. frugiperda* influenciando na sua alimentação, no seu desenvolvimento, na sua duração de fase e sobrevivência. A partir disso verifica-se a necessidade de mais pesquisas a respeito deste elemento no intuito de achar as razões que possam favorecer a utilização da gelatina na composição da dieta artificial da lagarta do cartucho.

Na Tabela 4 está a relação do custo e economia dos tratamentos T₁, T₂ e T₃ para alimentarem 1000 lagartas quinzenalmente em um laboratório de criação de *S. frugiperda*.

Tabela 4. Custo final da utilização do ágar nas dietas artificiais para 1000 lagartas

| Tratamentos | R\$ | % | Redução do custo (%) |
|---------------------------------------|--------|--------|----------------------|
| T ₁ (testemunha) | 117,50 | 100,00 | |
| T ₂ (75% ágar e 70g amido) | 99,19 | 84,40 | 15,58 |
| T ₃ (50% ágar e 70g amido) | 69,80 | 59,41 | 40,59 |

Tratamentos T₁, T₂ e T₃. Os valores em porcentagem indicam a economia obtida a partir da substituição do ágar pelo elemento geleificante amido de milho. Patos de Minas/MG. UNIPAM, 2009.

Segundo Singh (1983) e Parra (2002) *apud* Corrêa (2006) uma dieta artificial ideal para a criação massal de insetos deve ter dentre várias características ser de baixo custo, facilmente preparada, a partir de ingredientes de fácil aquisição no mercado. A partir da Tabela 4, pode-se observar a economicidade na produção da dieta artificial de até 40,59% com o tratamento T₃ (50% ágar e 70g amido) indicando que este elemento pode ser uma opção para a manutenção da criação de *S. frugiperda* a partir de dietas artificiais de menor custo com a substituição parcial do elemento ágar.

Conclusão

O elemento geleificante amido de milho foi eficiente em substituir parcialmente o elemento ágar na dieta artificial de *S. frugiperda*, obtendo reduções no custo de até 40,6%.

Referências bibliográficas

AGARGEL. São Paulo, Agar Brasileiro Indústria e Comércio Ltda, 1973: Apresenta textos sobre agar. Disponível em <http://www.agargel.com.br/agar.html>.

BUSATO, G. R. et al. Adequação de uma dieta artificial para os biótipos “Milho” e “Arroz” de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bragantia*, Campinas. v. 65, n. 2, p. 317-323, 2006.

MELHORANDO a qualidade de vida. São Paulo, GELITA DO BRASIL Ltda, 1998: Apresenta textos sobre gelatina. Disponível em:
<http://www.gelita.com/DGF-portuguese/index.html>. Acesso em: 06 mar. 2009.

CORREA, F. A. S. F. Tese de Mestrado. *Criação em Laboratório de Condylorrhiza vestigialis (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes dietas artificiais*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2006. 96p.

FRANCO, C. M. L. et al. Propriedades gerais do amido. *Revista: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas*. Fundação CARGILL, v. 1, p. 141-185, 2002.

GALLO, D.; WIENDL, F. M. WILLIAMS, R. N. e BERTHI FILHO, E. Método de criação artificial da broca da cana-de-açúcar para emprego no seu controle, in: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA, II, 1969, Recife. *Anais, Resumos da II Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Entomologia*. Recife, p. 4, 1969.

NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elasmobranchidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotropical Entomology*. ESALQ/USP. Piracicaba, v. 34, p. 751-759, 2005.

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

PARRA, J. R. P.; PAINIZZI, A. R. Consumo e utilização de alimento por insetos. *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, p. 9-95, 1991

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

SALVADORI, J. R.; PARRA, J. R. P. Seleção de dietas artificiais para *Pseudaletia sequax* (Lep.: Noctuidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, p. 1701-1713, 1990.

VALICENTE, F. H. Biopesticidas para o controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, in: VENZON, M.; JÚNIOR, T. J. P.; PALLINI, A. *Avanços no controle alternativo de pragas e doenças*. Viçosa, EPAMIG-CTZM, 2008, cap. 2, p. 31-52.

VIEIRA, B. S.; BARRETO, R. W. *Alternaria euphorbiicola* como micro-herbicida para o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*): otimização do processo de crescimento micelial em meio líquido. Viçosa, 2006.