

**EXTRATOS AQUOSOS DE *Simarouba versicolor* A. St. Hill. (Simaroubaceae) AFETAM
O DESENVOLVIMENTO LARVAL DE *Spodoptera frugiperda*
J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera:Noctuidae)**

Matheus Moreno Mareco da Silva¹ (matheus.silva049@academico.ufgd.edu.br); Natalia Pereira de Melo¹, Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial¹, Silvana Aparecida de Souza², Alberto Domingues¹, Anderson José da Silva Guimarães², Rosilda Mara Mussury³.

¹Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Itahum, Km 12, Dourados, Mato Grosso do Sul 79804-970, Brasil.

² Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Programa de Pós-Graduação em entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Itahum, Km 12, Dourados, Mato Grosso do Sul 79804-970, Brasil.

³ Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados, Itahum, Km 12, Dourados, Mato Grosso do Sul 79804-970, Brasil.

RESUMO

A cultura do milho (*Zea mays* L., Poaceae) é uma das mais cultivadas no Brasil e no mundo, fato este que favorece o ataque de pragas na cultura, dado ao cultivo intensivo durante todo o ano agrícola, o que exige o uso constante de inseticidas sintéticos, favorecendo a evolução da resistência de diversas espécies como *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), principal praga da cultura. *Simarouba versicolor* A. St. Hill (Simaroubaceae) que apesar de possuir moléculas com potencial inseticida em sua composição, ainda não foi amplamente testada em insetos de importância agrícola. Nesse sentido, o trabalho avaliou os efeitos do extrato aquoso de *S. versicolor* sobre a fase larval de *S. frugiperda*. Cubos de dieta (1cm³) foram mergulhados por 30 segundos no extrato aquoso de *S. versicolor* a 1%, 5% e 10% de concentração e fornecidos para lagartas com 24 horas de idade. O experimento foi composto por 4 tratamentos (extratos e controle) com 10 repetições com 5 subamostras cada, totalizando 50 lagartas por tratamento. O extrato a 1% de concentração, quando comparado ao controle, ocasionou o aumento da duração da fase larval de *S. frugiperda* em 7,52 dias em média, e os extratos a 5% e 10% apresentaram 100% de mortalidade.

Palavras-chave: Fall armyworm, controle alternativo, agrotóxico.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho é produzido em todo o território nacional e a produção é dividida em primeira safra (safra de verão) e segunda safra (safra da seca) (CONAB, 2018). Destaca-se como o cereal mais utilizado para produção de alimento no país, sendo a principal matéria-prima para a produção de fubás, óleos, farinhas, canjicas e outros produtos mais elaborados como xarope de glucose, sopas desidratadas e corantes caramelos (Sologuren, 2015). Além

disso, é um importante insumo para os agricultores familiares, sendo essencial para a criação de aves, bovinos e suínos (Ferreira et al., 2018).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade e o rendimento da produção da cultura do milho, sendo que, a incidência de pragas é considerada como um dos mais importantes (Barros, 2012). Dentre essas pragas, destaca-se a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae), conhecida popularmente como Lagarta-do-cartucho-do-milho (Sâmia et al., 2016). É uma praga agrícola nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas e encontra-se amplamente distribuída, podendo ser encontrada em todas as regiões produtoras do Brasil, Argentina, Chile, Canadá e Estados Unidos (Contini et al., 2019).

No Brasil, *S. frugiperda* é a principal praga da cultura do milho, podendo causar danos em todos os estádios de desenvolvimento da cultura (Lima Jr. et al., 2012). Sendo que, os prejuízos causados pela praga estão diretamente relacionados ao estágio em que a planta se encontra, sendo esperados prejuízos de 15% até os 30 dias de desenvolvimento e 34% no florescimento (Barros, 2012).

A *S. frugiperda* possui ciclo holometábolo, isto é, durante o ciclo de vida apresenta 4 fases distintas, sendo estas: Ovo, larva, pupa e adulto (Gallo et al., 2002). A espécie, pode levar entre 25 e 30 dias para completar as 4 fases do ciclo, dado que a duração de cada fase depende principalmente das condições ambientais e da disponibilidade de alimento (Camargos et al., 2020). A duração da fase larval pode variar de 14 a 30 dias dependendo das condições climáticas e da disponibilidade de alimento, podendo ocorrer de 4 a 7 ínstaes durante este período (Capinera, 2014). As lagartas neonatas, caracterizam-se por permanecer em repouso de duas a dez horas após a eclosão e se alimentam do córion durante este período (Da rosa & Barcelos, 2012). Após isso, alimentam-se do limbo foliar, causando sintoma de folha raspada (Grützmacher et al., 2000)

A partir do terceiro instar, as lagartas começam a perfurar as folhas e adentrar ao cartucho, sendo normalmente encontrada uma lagarta por cartucho, dado o comportamento canibal da espécie (Cruz et al., 2002). A lagarta quando completamente desenvolvida, pode medir até 50 mm de comprimento e embora nem sempre evidente, a frente da cabeça é caracterizada pela presença de um Y invertido (Cruz, 1995). Além disso, outra característica marcante é a presença de dois pares de pontos pretos no final do abdômen das lagartas em estágio de desenvolvimento avançado (Da Rosa & Barcelos, 2012).

A importância da *S. frugiperda*, não se caracteriza somente pela capacidade de danos causados, mas também pela dificuldade de controle da praga (Grigolli, 2017). Além disso, fatores como, o uso inadequado dos métodos de controle disponíveis no mercado, associado a características biológicas do inseto como o alto potencial reprodutivo e ciclo biológico curto, contribuem para a evolução da resistência da espécie (Gallo et al., 2002).

O controle químico, ainda é o método mais utilizado para o controle de *S. frugiperda*, sendo que, atualmente, no Brasil, existem 230 inseticidas registrados para o controle de Lagarta-do-cartucho, desde inseticidas com período residual menor até os de ação prolongada (AGROFIT, 2021).

No Brasil, já foram registrados casos de populações resistentes a determinados grupos químicos de inseticidas, destacando-se os mais utilizados, como clorpirifós, lambdacialotrina, lufenuron e teflubenzuron (Omoto, 2020). Além disso, a utilização de inseticidas no controle de *S. frugiperda*, pode apresentar problemas como, a presença de altos níveis de resíduos nos alimentos e desequilíbrio biológico causados pelo uso de produtos não seletivos (Tavares et al., 2009).

Sendo assim, tornou-se necessária a busca por moléculas naturais e biodegradáveis que apresentem resultados efetivos no controle de pragas e que contemplem o menor uso de inseticidas de um mesmo grupo químico ou classe inseticida (Baskar et al., 2011). Uma das opções para o controle de *S. frugiperda* é a utilização de inseticidas botânicos que se destacam por produzir rendimentos parecidos com o efeito de produtos sintéticos, sem os graves danos ambientais geralmente associados aos agrotóxicos (Tembo et al., 2018).

A ação inseticida de extratos botânicos, está relacionada com a ação dos metabólitos secundários responsáveis pela defesa da planta contra o ataque de pragas (Menezes, 2005). A presença destes metabólitos em plantas, caracterizam diferentes modos de ação sobre os insetos, sendo que, podem atuar como repelentes, inibidores da alimentação e reguladores do crescimento, podendo interferir no sistema nervoso central levando o inseto a morte (Dequech et al., 2008).

A família Simaroubaceae é constituída por 32 gêneros e inclui mais de 170 espécies (Saraiva et al., 2006). No Brasil, a família é representada por 6 gêneros, sendo estes: *Quassia* e *Picrolemma*, na Amazônia, *Castela* e *Picrasma*, ao sul; e *Simaba*, *Simarouba*, que se encontram distribuídas por todo o país (Almeida et al., 2007)

Uma das principais características das Simaroubaceae é a diversidade química, caracterizada, principalmente por propriedades farmacêuticas e inseticidas (Muhammad et al., 2004). Podem ser encontradas substâncias como alcaloides, triterpenos, flavonoides, cumarinas, antraquinonas e principalmente quassinoides que devido a síntese quase única e em grande quantidade, podem ser considerados como marcadores taxonômicos da família (Saraiva et al., 2006; Almeida et al., 2007; Alves et al., 2014).

Mesmo com compostos únicos, muitas Simaroubaceae ainda não foram estudadas a fundo ou permanecem inexploradas (Alves et al., 2014) abrindo uma lacuna no conhecimento que deve ser explorada. O gênero *Simarouba* é constituído por 6 espécies, entretanto, apenas duas possuem registros de ocorrência no Brasil, sendo estas *Simarouba Aubl* e *S. versicolor* A. St. Hill (Pirani & Thomas, 2015). Dentre estas, *S. versicolor* destaca-se por possuir propriedades inseticidas (Coelho et al, 2006).

Conhecida popularmente como mata cachorro ou pau-paraíba, *S. versicolor* pode ser encontrada em várias regiões do estado do Mato Grosso do Sul e chega a medir cerca de 3 a 4 metros de altura (Carvalho et al, 2013). Até o momento, a ação inseticida de *S. versicolor* em *S. frugiperda*, não foi relatada na literatura, sendo este um estudo inédito.

2. OBJETIVO

Avaliar o potencial inseticida de diferentes doses do extrato aquoso de *S. versicolor* sobre a fase larval de *S. frugiperda*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CRIAÇÃO E OBTENÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera:Noctuidae)

Para obtenção das lagartas, foi iniciada no laboratório de Interação Inseto-Planta, uma criação estoque em dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976) a partir de ovos de *S. frugiperda*, cedidos, pelo laboratório de Análises de Monitoramento de Insetos, ambos localizados na Universidade Federal da Grande Dourados. A criação foi mantida em sala climatizada regulada há uma temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$ com fotoperíodo de 12 horas.

Inicialmente, os ovos adquiridos foram acondicionados em recipientes plásticos de 250 ml contendo dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976). Após a eclosão, as larvas emergidas permaneceram no pote até completarem o 3º instar, sendo então, individualizadas em copos plásticos de 50ml (5,5 cm de altura x 5 cm de diâmetro) para finalizarem o período larval (Figura 1).

As pupas foram coletadas e acondicionadas em gaiolas de PVC (25 cm de altura x 12 cm de diâmetro) revestidas internamente com papel sulfite, servindo como substrato de oviposição (Figura 1). As posturas foram coletadas a cada dois dias e transferidas para potes de 100 ml contendo dieta artificial. As mariposas, foram alimentadas com algodão umedecidos em solução de mel a 10% de concentração.

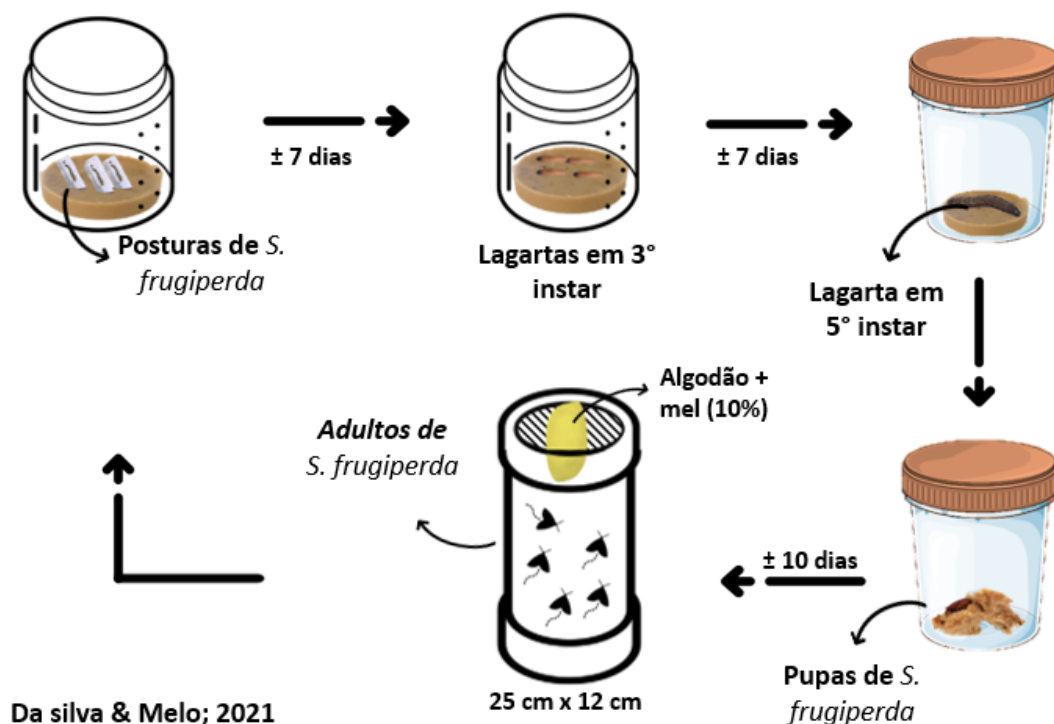


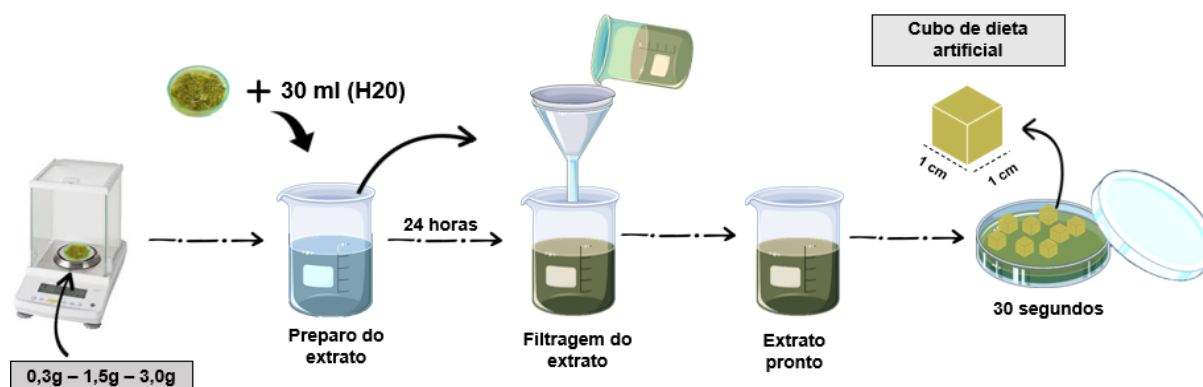
Figura 1. Esquema representativo da criação de *S. frugiperda* em dieta artificial.

3.2. PREPARO DOS EXTRATOS AQUOSOS DE *S. versicolor* A. St. Hill. (Simaroubaceae)

A espécie foi identificada com base na comparação com exsiccatas depositadas no herbário da UFGD (DDMS). O material botânico foi depositado no Herbário da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da UFGD sob o número *Simarouba versicolor*: DDMS 6481.

As folhas de *S. versicolor* foram previamente higienizadas no laboratório de Interação Inseto-Planta e secas em estufa de circulação forçada de ar durante 72 horas na temperatura máxima de $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Após esse período, as folhas secas foram trituradas em moinho localizado no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários – FCA da Universidade Federal da Grande Dourados. O pó resultante, foi armazenado em local protegido do sol em temperatura ambiente.

Para a elaboração dos extratos aquosos de *S. versicolor* (EASv) (Figura 2), foram pesados, em balança analítica, 0,3g, 1,5g e 3g do pó das folhas de *S. versicolor* e adicionados separadamente em Becker's contendo 30 ml de água estilada cada um, obtendo uma concentração final de 1%, 5% e 10%. Após 24 horas, os extratos foram filtrados com papel filtro, para que pudessem ser incorporados aos cubos de dieta artificial.



Da silva & Melo, 2021

Figura 2. Esquema representativo da preparação do extrato de *S. versicolor*.

3.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E COLETA DOS DADOS

A dieta utilizada, foi adaptada de acordo com Greene et al. (1976), sendo preparado cubos de 1cm^3 de dieta, cortados e mergulhados em extrato aquoso de *S. versicolor* à 1%, 5% e 10% de concentração. Em seguida, foram postos para secar sobre papel toalha visando eliminar o excesso de umidade (Figura 3).

Inicialmente, foram inoculadas, 3 lagartas neonatas de *S. frugiperda* em copos plásticos (5,5 cm x 6,0 cm) contendo um cubo de dieta tratado com extrato aquoso de *S. versicolor*. O controle foi composto, por cubos de dieta mergulhados em água destilada. Após sete dias, duas lagartas foram retiradas do pote, para impedir o canibalismo entre os

indivíduos. As avaliações e a troca do cubo de dieta, foram realizadas, diariamente, até o completo desenvolvimento larval ou morte das lagartas (Figura 3).

Foram avaliados os seguintes parâmetros referentes a biologia de *S. frugiperda*: duração larval (dias) e porcentagem de mortalidade larval.

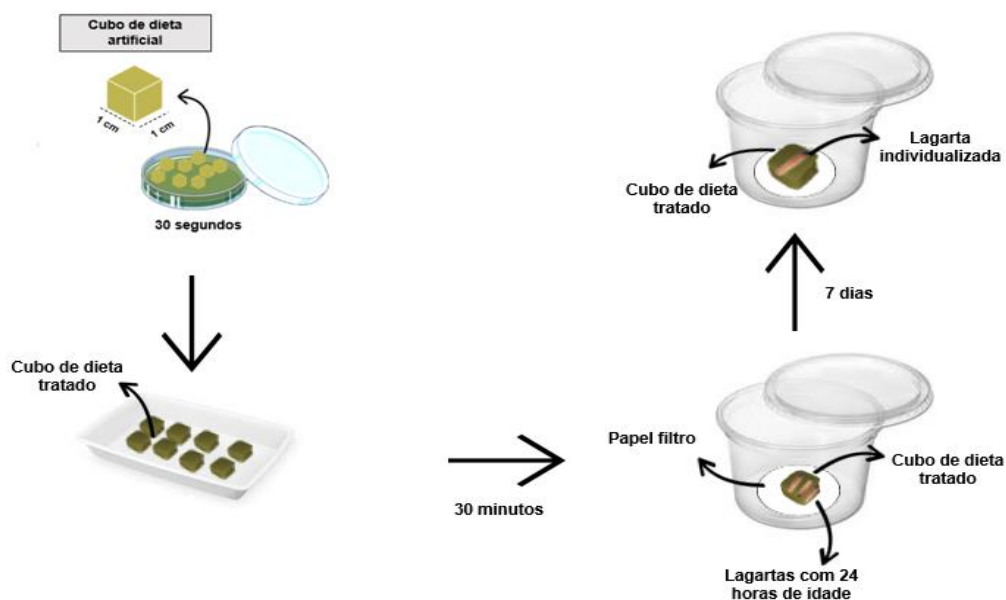


Figura 3. Esquema metodológico utilizado para avaliar mortalidade e duração larval de *S. frugiperda* quando em contato com extratos aquosos de *S. versicolor* em condições de laboratório à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado constituído por 10 repetições, de 5 subamostras (Figura 4). Os resultados foram transformados em raiz ($X + 0,5$) e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa SANEST.



Figura 4. Disposição dos potes em delineamento inteiramente casualizado durante a fase jovem de *S. frugiperda*. *R = repetição; S = subamostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos aquosos de *S. versicolor* (EASv) apresentaram diferenças estatísticas em todos os parâmetros da fase larval (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros biológicos da fase larval de *S. frugiperda* alimentada com dieta artificial contendo diferentes concentrações de extrato aquoso de *S. versicolor* (EASv).

Tratamentos	Duração larval (Dias)	Mortalidade larval (%)
Controle	15,57 ± 0,20 b n=50	2,57 ± 0,019 b n=50
EASv 10%	13,78 ± 0,42 c n=50	100 ± 0 a n=50
EASv 5%	15,24 ± 0,42 bc n=50	100 ± 0 a n=50
EASv 1%	23,09 ± 0,61 a n=50	14,37 ± 0,027 b n=50
C.V (%)	4,45	21,78

* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si estatisticamente

Em relação à duração larval, houve diferença estatística entre os tratamentos com EASv a 10% e 1% quando comparados ao controle. O EASv a 5% diferiu estatisticamente apenas quando comparado ao EASv a 1%.

Nota-se que no tratamento com EASv a 10%, as lagartas apresentaram uma redução de 1,79 dias em relação ao controle, o que caracteriza uma redução de 11,49% no período larval, sendo, neste caso, seguido pela morte das lagartas. Em contrapartida, o EASv a 1% de concentração, apresentou um aumento de 7,52 dias em média, caracterizando um aumento de 48 % na duração do período larval.

A mortalidade no período larval, não foi estatisticamente diferente para o tratamento com EASv a 1% de concentração, mesmo sendo observado um aumento de 11,8% na mortalidade em relação ao controle.

Por outro lado, os tratamentos com EASv a 5% e EASv a 10% de concentração, apresentaram 100% de mortalidade, o que representa uma diferença de 97,43% em relação ao controle e 85,63% em relação ao EASv 1% (Tabela 1).

A mortalidade nos tratamentos a 10% e 5% começaram a ser observadas a partir do 9º e 10º dia respectivamente, com pico máximo de mortalidade entre 13 e 16 dias (Figura 5).

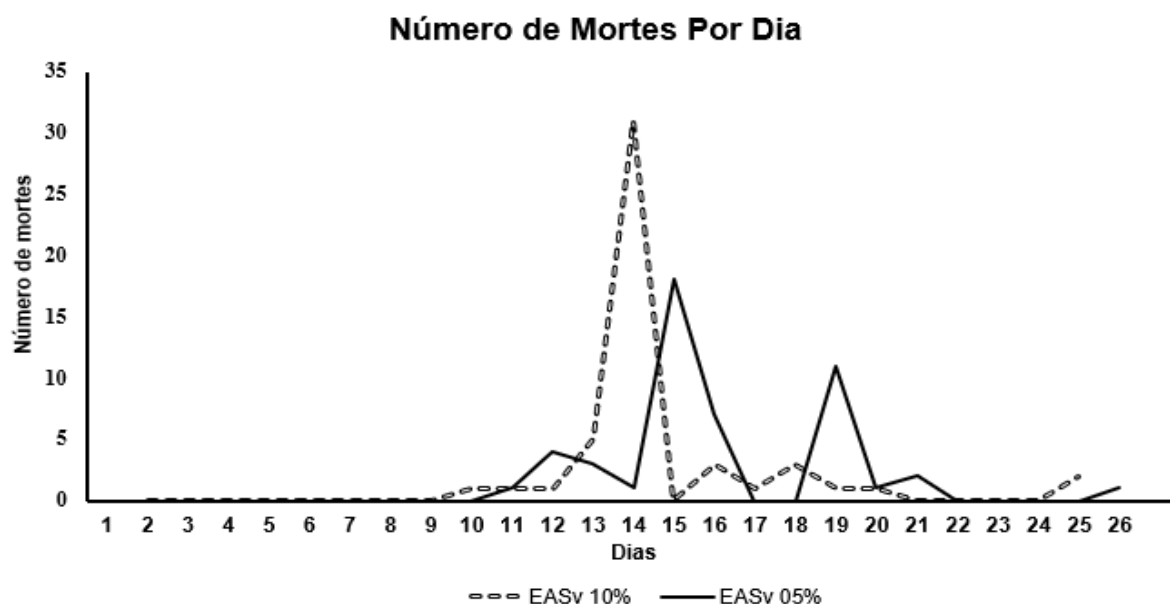


Figura 5. Mortalidade diária dos extratos de EASv a 5% e 10%.

Além disso, as lagartas apresentaram sintomas de paralisia no corpo, com o abdômen recurvado e de coloração escura (Figura 6).

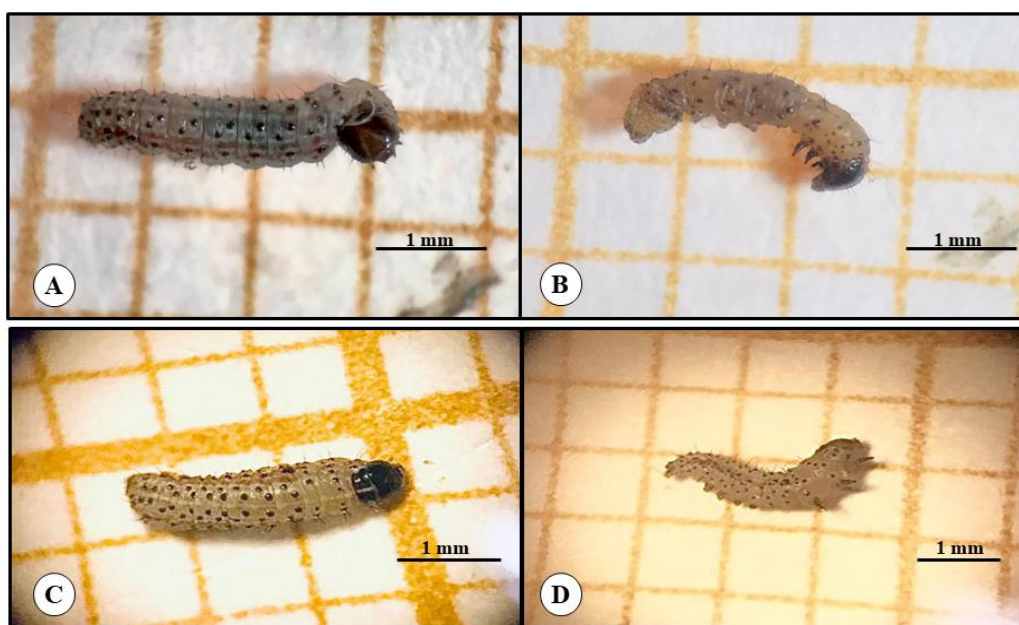


Figura 6. Lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com dieta artificial contendo extrato aquoso de *S. versicolor*. **A, B)** Lagartas alimentadas com EASv a 5%; **C,D)** Lagartas alimentadas com EASv 10%.

Os resultados obtidos, demonstraram que o extrato aquoso de *S. versicolor* afetou significativamente o desenvolvimento larval de *S. frugiperda*, tanto na concentração mais baixa (1%) quanto na concentração mais alta (100%). De modo geral, os extratos podem ter interferido no comportamento alimentar da espécie, dado o aumento na duração da fase larval quando fornecido dieta artificial com EASv a 1%, e na fisiologia do inseto, dada a alta taxa de mortalidade causada pela alimentação com dieta tratada com EASv a 5% e 10%.

Os inseticidas botânicos, em resumo, possuem efeito de pós ingestão, podendo inibir algumas funções vitais do inseto, como reprodução, crescimento e alimentação, sendo que o efeito está sempre relacionado com a concentração utilizada (RODRÍGUEZ & VENDRAMIM, 1997; ROEL & VENDRAMIM, 1999). Tal fato, pode explicar de modo sucinto, o aumento da fase larval para o extrato a 1% e a mortalidade total nos extratos a 5% e 10% de concentração, visto que, a mortalidade larval foi maior para os tratamentos com dose mais elevada (EASv a 5% e 10%), enquanto que na dose mais baixa (EASv a 1%) houve influência apenas na duração larval, sendo constatada mortes esporádicas das lagartas durante as avaliações.

Com base em Torres et al. (2001), uma maior duração larval pode ser uma característica importante, visto que aumentaria o período que a lagarta estaria disponível no ambiente para a predação por inimigos naturais. Além disso, o aumento na fase larval, não significa um aumento no período de alimentação da lagarta, visto que foi observado subdesenvolvimento das lagartas quando em contato com extrato.

Em hipótese, o aumento na duração do período larval de *S. frugiperda* causado pelo extrato aquoso de *S. versicolor* a 1%, pode ser devido a presença de substâncias tóxicas com efeito inibitório, ocasionando na inadequação nutricional da dieta artificial e consequentemente na inibição parcial da alimentação, fazendo com que as lagartas necessitassem de uma quantidade maior de dias para completar o ciclo, dada a exigência fisiológica necessária para a mudança de ínstaes. Tal fato pode ser explicado pela presença de flavonoides e alcaloides no metabolismo secundário das Simaroubaceae (Alves et al., 2014)

Os flavonoides e os alcaloides, são relatados como metabólitos secundários que atuam na defesa de plantas contra o ataque de pragas, principalmente como inibidores da alimentação e do crescimento (Rezende et al., 2016; Gordon-Weeks & Pickett, 2009). Além disso, as Simaroubaceae e principalmente *S. versicolor*, são conhecidas por possuírem grande quantidade de quassinoides (Saraiva et al., 2006).

Os quassinoides, são alcaloides que podem ser utilizados no preparo de inseticidas (Evans et al., 1991; Daido et al.1993). Possuem ação de contato, ingestão e ação sistêmica, sendo essa última exclusiva para o uso de extratos preparados a partir de raízes, podendo agir no inseto como substâncias supressoras de apetite (Mancebo et al., 2000; Almeida et al., 2007).

A mortalidade das lagartas alimentadas com dieta artificial tratada com EASv a 5% e 10% pode estar relacionada a elevada toxicidade do extrato em conjunto com a baixa ingestão do alimento fornecido, ocasionando a morte do inseto por inanição, explicando assim, a redução do período larval causado por EASv 10%. Isman (2002), afirma que longas

exposições a substâncias tóxicas podem conduzir a uma redução na alimentação do inseto devido a toxicidade pós-ingestão do extrato, afetando assim, a fisiologia do inseto.

Coelho et al. (2016) testou o potencial inseticida do extrato etanólico da casca da raiz de *S. versicolor* em *Rhodnius milesi* (Hemiptera: Reduviidae) (Carcavallo et al., 2001). O autor verificou que o extrato matou gradativamente todos os insetos, tendo uma taxa de mortalidade de 15% após 24 horas e 95% após 21 dias em contato com o extrato. Viana & Prates (2003), testaram o efeito do extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) no desenvolvimento de *S. frugiperda*, sendo constada o aumento da mortalidade do inseto em conjunto com o aumento do período de exposição do extrato, variando de 0% no terceiro dia a 100% no décimo dia.

Durante as avaliações, foi observado um comportamento semelhante aos relatados por Viana & Prates (2003), como mortalidade e sintomas de paralisia no corpo das lagartas. Essas alterações, foram constadas por Trindade et al. (2000) em lagartas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) alimentadas com extrato metanólico da amêndoa da semente de nim (*A. indica*). A autora sugere, que estes sintomas sejam causados pela ação de algum composto químico do extrato no sistema hormonal da lagarta.

Esses resultados são de grande relevância, visto que quando se interrompe o desenvolvimento larval, obtém-se por consequência a diminuição da população do inseto na fase de maior dano as culturas, principalmente quando ocorre a mortalidade total das lagartas, como constatado no presente estudo.

5. CONCLUSÃO.

- O extrato aquoso de *Simarouba versicolor* se mostrou eficiente no controle da fase larval de *Spodoptera frugiperda* causando mortalidade total das lagartas nas concentrações 5% e 10% e aumento no período larval no extrato a 1% de concentração;
- Foi identificado a necessidade de realizar experimentos com preferência alimentar, face a identificação de um possível subdesenvolvimento das lagartas e aumento na duração da fase larval, possivelmente decorrente da redução alimentar e toxicidade por fitotoxinas;
- Dentre as concentrações testadas, a que apresentou melhores resultados foi a 5%, apresentando a mesma mortalidade que o EASv a 10%, mas em uma dose menor, podendo ser correlacionado a economia de material e vegetal e possivelmente a uma menor toxicidade para organismos não-alvo

6. AGRADECIMENTOS

A universidade Federal da Grande Dourados pela concessão de bolsas de iniciação científica. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de Pós graduação concedida a autora Silvana Aparecida de Souza. Ao professor Dr. Sandro Menezes da Silva pela identificação da espécie. A Fundação de Apoio ao

Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (**Fundect**) pela disponibilização de recursos no nº 71 / 711.130 / 2018.

7. REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em: <
http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons >. Acesso em:
10/04/2021.

ALMEIDA, M.M.B.; ARRIAGA, A.M.C.; SANTOS, A.K.L.; LEMOS, T.L.G.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I.J.C. Ocorrência e atividade biológica de quassinóides da última década. **Química Nova**, v. 30, p. 935-951, 2007.

ALVES, I.A.B.S; MIRANDA, M.H; SOARES, L.A.L; RANDAU, K.P. Simaroubaceae Family: botany, chemical composition and biological activities; **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 24, n.4, p. 481-501 2014.

BASKAR, K.; SASIKUMAR, S.; MUTHU, C.; KINGSLEY, S.; IGNACIMUTHU, S. Bioefficacy of *Aristolochia tagala* cham. against *Spodoptera litura* fab. (Lepidoptera: Noctuidae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.18, n.1, p. 23-27, 2011

CAMARGOS, A., CANASSA, F., LUPINACCI, F., BRAZ, H., SIEG, M., SANCHES, M., CEREZA, T., FANELA, T., MIRANDA, V. **Manual de Identificação de pragas: milho**. Syngenta, v.1, 2020

CAPINERA, J. L. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). **IFAS Extension Service**, Florida (FL): US Department of Agriculture, University of Florida, v.1, 2014.

CARVALHO, N.M.; BACHA, F.B.; SANTOS, A.C.; CARVALHO, A.Q.; FACCIN, T.C.; POTT, A.; LEMOS, R.A.A. Spontaneous and experimental intoxication of cattle by *Simarouba versicolor* A. St hill (Simaroubaceae). **Toxicon**, v. 64, p. 55-59, 2013.

COELHO, A.A.M.; PAULA, J.E.; ESPÍNDOLA, Laila S. Insecticidal activity of cerrado plant extracts on *Rhodnius milesi* (Carcavallo, Rocha, Galvão & Jurberg) (Hemiptera: Reduviidae), under laboratory conditions. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 133-138, 2006.

CONAB, companhia nacional de abastecimento; Boletim grãos março; Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Observatório agrícola** v.7, n.6, 2020.

CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; DE MIRANDA, R.A.; DA SILVA, A. F.; DA SILVA, D.D.; MACHADO, J.R.A.; COTA, L.V.; DA COSTA, R.V.; MENDES, S.M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **EMBRAPA- Desafios do Agronegócio Brasileiro**, v.1, 2019.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho, **Circular técnica 21**. EMBRAPA-CNPMS v.1, 1995.

CRUZ, I.; VIANA, P.A.; WAQUIL, J.M.; Cultivo do milho: Pragas da fase vegetativa e reprodutiva. **Comunicado técnico 98**, v.1, 2002

DA ROSA, A. P. S. A.; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. **Documentos (INFOTECA-E)**, Embrapa Clima Temperado, n.1, 2012.

DEQUECH, S.T.B.; SAUSEN, C.D.; LIMA, C.G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae) em laboratório. **Biotemas**, v. 21, p. 41-46, 2008.

FERREIRA, T.D.A.; FERREIRA, S.C.; BARBOSA, J.A.; VOÇPATO, C.E.S.; FERREIRA, R.C.; SILVA, M.J.D.; BARBOSA, L.M.; Balanço energético da cultura do milho para silagem com irrigação. **Ciência Rural**, v.48, n.5, 2018.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de Entomologia Agrícola**, Fealq, 1.ed, 920p, 2002.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D.; Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 28-34, 2007.

GORDON-WEEKS, R.; PICKETT, J.A. Role of natural products in nature: Plant- insect interaction. In ORBOURN A.E.; LANZOTTI. V. Plant-Derived Natural Products, v.5, p.321-347, 2009. ISMAN, M. Insect antifeedants. **Pesticide outlook**, v. 13, n. 4, p. 152-157, 2002.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.

GRIGOLLI, J.F.J. Manejo e controle de pragas do milho safrinha. **Tecnologia e produção: Milho safrinha**. v.1, 2017.

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. D. S.; CUNHA, U. D.; PARFITT, J. M. B. Insetos pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. **Produção de milho e sorgo em várzea**, v.1, p. 87-102, 2000.

LIMA JUNIOR, I. S.; DEGRANDE, P. E.; MELO, E. P.; BERTONCELLO, T. F.; SUEKANE, R. Infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho nas condições de sequeiro e irrigado. **Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 15, p.14-19, 2012.

MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G.A.; SALAZAR, R. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. **Crop Protection**, v. 19, n.1, p.301-305, 2000.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, p.58, 2005.

MUHAMMAD, I.; SHABANA, E.B.; KHAN, S.I.; TEKKWANI, B.L.; KHAN, I.A.; TAKAMATSU, S.; PELLETIERE, J. A New Antimalarial Quassinoid from *Simaba o rinocensis*. **Journal of Natural Products**, v. 67, n. 5, p. 772-777, 2004.

OMOTO, C. Lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas**, 2020. Disponível em< <https://www.illac-br.org/spodoptera-frugiperda>>: Acesso em: 10/04/2021

PIRANI, J.R.; THOMAS, W.W. Simaroubaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2015 Disponível em:< <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB1394>> Acesso em: 10/04/2021

REZENDE, F.M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F.A.; CARVALHO, W.R.S. Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas, **Botânica no Inverno**, n.6 p.93, 2016.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 305-318, 1997

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 581-586, 1999

SÂMIA, R. R.; OLIVEIRA, R. L.; MOSCARDINI, V. F.; CARVALHO, G. A. Effects of aqueous extracts of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) on the growth and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 45, n. 5, p.580-587, 2016.

SARAIVA, R.C.G.; PINTO, A.C.; NUNOMURA, S.M.; POHLIT, M.A. Triterpenos e alcalóide tipo cantinona dos galhos de *Simaba polyphylla* (Cavalcante) WW Thomas (Simaroubaceae). **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 264-268, 2006.

SOLOGUREN, L.; Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão agrícola**, n.13, 2015.

TAVARES, W.S.; CRUZ, I.; PETACCI, F.; JÚNIOR, S.L.A.; FREITAS, S.S.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.S. Potential use of Asteraceae extracts to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera Noctuidae) and selectivity to their parasitoids *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* (Hymenoptera: scelionidae). **Industrial Crops and Products**, v. 3, p. 384-388, 2009.

TEMBO, Y., MKINDI, A. G., MKENDA, P. A., MPUMI, N., MWANAUTA, R., STEVENSON, P. C., NDAKIDEMI, P. A., BELMAIN, S. R. Pesticidal Plant Extracts Improve Yield and Reduce Insect Pests on Legume Crops without Harming Beneficial Arthropods, **Plant Science**, v. 9, p.14-25, 2018.

TORRES, A.L., BARROS, R.; OLIVEIRA, J.V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.151-156, 2001.

TRINDADE, R. C. P., MARQUES, I. M. R., XAVIER, H. S., OLIVEIRA, J. V. D.; Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.

VIANA, Paulo Afonso; PRATES, Hélio Teixeira. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 69-74, 2003.