

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE AGRONOMIA**

**Consumo foliar da *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) em
variedade de soja (*Glycine max*) tratada com bioinsumos**

Autor: Guilherme Henrique Borges Oliveira

Goiânia

2023

GUILHERME HENRIQUE BORGES OLIVEIRA

Consumo foliar da *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) em variedade de soja (*Glycine max*) tratada com bioinsumos

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador: Prof. Rízia da Silva Andrade

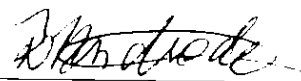
Goiânia

2023

GUILHERME HENRIQUE BORGES OLIVEIRA

Consumo foliar da *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) em variedade de soja (*Glycine max*) tratada com Bioinsumos

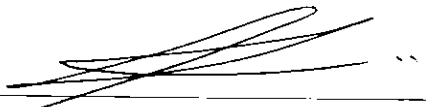
BANCA EXAMINADORA



Presidente Me Rízia da Silva Andrade
PUC-GO



Membro I
PUC-GO



Membro II Aline Cristiane Kamiya
UniAraguaia Centro Universitário

Aprovada em 15/02/2023.

Sumário

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO.....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. SOJA.....	5
3.2. SOJA CONVENCIONAL	5
3.3. LAGARTA FALSA MEDIDEIRA	6
3.4. BIOINSUMOS	8
3.5. SOFTWARE AFSOFT	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1. PRIMEIRA ETAPA:	9
4.2. SEGUNDA ETAPA.....	11
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6. CONCLUSÃO.....	20
7. REFERÊNCIAS	21

Consumo foliar da *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) em variedade de soja (*Glycine max*) tratada com Bioinsumos

Leaf Consumption by *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) on Soybean Variety (*Glycine max*) Treated with Bioinputs

Guilherme Henrique Borges Oliveira¹

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola Politécnica e de Artes, Goiânia-GO, Brasil.

RESUMO

Mundialmente a soja exerce seu papel como uma fonte crucial de alimentos, ração animal e biocombustíveis para uma população global em constante expansão. No entanto, a intensificação da produção agrícola muitas vezes está associada ao uso significativo de pesticidas químicos para controle de pragas, o que pode ter impactos adversos no meio ambiente e na saúde humana. Diante da crescente população da lagarta *Rachiplusia nu*, uma praga que ameaça as plantações de soja de uns anos pra cá, o estudo propôs duas etapas, sendo a primeira a produção de folhas de soja para o estudo de consumo foliar da lagarta. Avaliamos depois dois instares de desenvolvimento com o fornecimento de folhas tratadas a partir bioinsumos, com três tratamentos biológicos e a testemunha (sem aplicação de bioinsumos). As caldas com inseticidas biológicos foram preparadas com os microrganismos, fungo *Metarhizium anisopliae* bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) e o vírus AcMNPV (*Autographa californica* Multiple nucleopolyhedrovirus), os dados de área de consumo foliar foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene e por não atenderem aos pressupostos da ANOVA foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, e houve diferença significativa entre as médias de consumo de lagartas. No segundo instar o consumo foi menor do que nas folhas tratadas com os microbiológicos. No quarto instar ocorreu o inverso com o consumo foliar foi menor nas folhas tratadas. Todos os tratamentos utilizados para a avaliação de consumo foliar, controlou com sucesso *R. nu*. Todos os tratamentos biológicos utilizados causaram a mortalidade das lagartas, que apresentaram os sintomas típicos de cada microbiológico. Destaca-se que a variedade BRS 534 da soja apresentou resistência natural à praga, que pode ser atribuída possivelmente a fatores como antixenose e/ou antibiose. Essa constatação reforça a importância da abordagem biológica, ressaltando não apenas a eficácia do controle biológico, mas também a existência de características de resistência natural em certas variedades de soja são importantes no manejo integrado de pragas.

Palavras-chave: Biológicos; Hábito Alimentar; Lagarta-falsa-medideira; Controle biológico; Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

Worldwide, soy plays its role as a crucial source of food, animal feed and biofuels for an ever-expanding global population. However, intensification of agricultural production is often associated with significant use of chemical pesticides for pest control, which can have adverse impacts on the environment and human health. Given the growing population of the *Rachiplusia nu* caterpillar, a pest that has threatened soybean plantations for the past few years, the study proposed two stages, the first being the production of soybean leaves to study the caterpillar's leaf consumption. We then evaluated two stages of development with the provided bioinput treatment sheets, with three biological treatments and the control (without application of bioinputs). The mixtures with biological insecticides were prepared with the microorganisms, the fungus *Metarhizium anisopliae*, the bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) and the AcMNPV virus (*Autographa californica* Multiple nucleopolyhedrovirus), the leaf consumption area data were subjected to the Shapiro-Wilk and Levene tests and for not Meeting the ANOVA assumptions, the Kruskal-Wallis non-parametric test was performed, and there was a significant difference between the means of caterpillar consumption. In the second stage, consumption was lower than in leaves treated with microbiologicals. In the fourth instar, the opposite occurred, with leaf consumption being lower in treated leaves. All treatments used to evaluate leaf consumption successfully controlled *R. nu*. All biological treatments used caused the mortality of the caterpillars, which presented symptoms typical of each microbiological treatment. It is noteworthy that the BRS 534 soybean variety showed natural resistance to the pest, which can possibly be attributed to factors such as antixenosis and/or antibiosis. This finding reinforces the importance of the biological approach, highlighting not only the effectiveness of biological control, but also the existence of natural resistance characteristics in certain soybean varieties that are important in integrated indirect management.

Keywords: Biologicals; Feeding Behavior; Fall Armyworm; Biological Control; Integrated Pest Management.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel crucial na alimentação de uma população global em constante crescimento, e a soja é uma das culturas mais relevantes neste contexto. A produção de soja ocupa um papel de importante na economia brasileira. Sendo o Brasil um dos principais produtores e exportadores globais de soja, contribuindo para a geração de receitas, empregos e influenciando os mercados globais de commodities. O equilíbrio entre a expansão da produção e práticas agrícolas sustentáveis é uma consideração crucial para o setor agrícola no Brasil. (CONAB, 2023).

Mundialmente a soja exerce seu papel como uma fonte crucial de alimentos, ração animal e biocombustíveis para uma população global em constante expansão. No entanto, a intensificação da produção agrícola muitas vezes está associada ao uso significativo de pesticidas químicos, o que pode ter impactos adversos no meio ambiente e na saúde humana (BOLFE et al., 2020).

Consequentemente, é crucial procurar alternativas sustentáveis e eficazes para erradicar as pragas agrícolas. O equilíbrio entre a produção agrícola eficiente e a preservação ambiental é um desafio crítico que a agricultura moderna enfrenta. Abordagens integradas que consideram tanto a produção de alimentos quanto a sustentabilidade ambiental são essenciais para garantir um futuro alimentar seguro e saudável (CASTRO et al, 2019).

O cultivo da soja continua a enfrentar obstáculos significativos, especialmente no que diz respeito à prevalência de pragas e doenças que impactam a sua produção. A partir do ano 2000, houve vários relatos de aumento da frequência da *Rachiplusia nu*, praga secundária da soja que ganhou seu espaço dentre as pragas primárias (BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2021).

Neste complexo, a *Chrysodeixis includens*, *Trichoplusia ni* que juntamente da *R. nu*, são conhecidas como as falsas medideiras. Um comportamento característico e de que não se alimentam das nervuras da folha, o que confere a elas um aspecto rendilhado que, a nível de campo, é uma importante característica para identificar a presença desse grupo na área. Condições climáticas adversas como veranicos e estiagens, favorecem ataque dessas espécies (PESSOA; SOSA-GÓMEZ, 2022).

Observando que a explosão populacional de *R. nu* durante as safras pode ser atribuída a mudanças no sistema de produção do cultivo da soja, incluindo o aumento do uso de inseticidas não seletivos em altas doses. Esses inseticidas não apenas eliminam os inimigos naturais, mas também aumentam a tolerância aos inseticidas (RIBEIRO, 2022).

Também conhecida como "falsa-medideira", é uma espécie de lagarta que pertence à família Noctuidae e à subfamília Plusiinae. Essa lagarta é conhecida por causar danos significativos nas lavouras, incluindo na cultura da soja (BOTELHO; SILVA; ÁVILA, 2019.).

As lagartas do gênero *Rachiplusia* são consideradas pragas agrícolas, e em particular é conhecida por sua capacidade de desfolhar as plantas. O dano geralmente ocorre quando as lagartas se alimentam vorazmente das folhas da planta hospedeira, incluindo a soja. Elas podem consumir não apenas as folhas, mas também flores e frutos em menor grau (RIBEIRO, 2022.).

A desfolha causada pode ter impactos significativos na produção de soja, pois as folhas desempenham um papel crucial na fotossíntese e, conseqüentemente, na produção de alimentos pela planta. O controle efetivo dessa praga é vital para minimizar os danos às plantações (PERINI et al, 2021).

As estratégias de controle podem incluir o uso de inseticidas, métodos de controle biológico, como a introdução de predadores naturais, e a implementação de práticas agrícolas integradas que visam reduzir a vulnerabilidade das plantações a infestações de pragas (BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2021).

É importante monitorar de perto a presença de *Rachiplusia nu* nas lavouras, especialmente em momentos-chave do ciclo de vida da cultura da soja, para implementar medidas de controle no momento certo e minimizar os impactos na produção. (DEGRANDE; VIVAN, 2010).

Como ressaltado, o uso intensivo de inseticidas e outros defensivos nas últimas décadas tem causado uma série de conseqüências ambientais e de saúde que representam um grande obstáculo à agricultura sustentável. A utilização de produtos químicos levou à deterioração da saúde do solo, à poluição das águas superficiais e subterrâneas e à extinção de espécies não-alvo (ARRUÉ, et al. 2014).

Efeitos sobre a exposição a resíduos de pesticidas tem sido relatado e associada a uma variedade de problemas de saúde, incluindo desregulação hormonal, distúrbios neurológicos e cancro. Torna-se crucial encontrar alternativas mais seguras e implementar práticas agrícolas sustentáveis para combater os efeitos adversos da forte dependência de pesticidas (SILVA et al., 2019)

Com ênfase na importância em abordar os desafios relacionados, como a gestão sustentável de recursos, preocupações ambientais e a necessidade de práticas agrícolas responsáveis.

2. OBJETIVO

O objetivo principal, foi avaliar o efeito de controle da *Rachiplusia nu* e a taxa de consumo de folhas em plantas de soja com o uso de bioinsumos distintos produzidos com bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), vírus AcMNPV (*Autographa californica* Multiple nucleopolyhedrovirus), e o fungo *Metarhizium anisopliae*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SOJA

A soja é uma cultura agrícola fundamental em nível global, desempenhando um papel crucial na segurança alimentar, na produção de ração animal e na indústria de biocombustíveis. No entanto, a produção de soja enfrenta desafios significativos relacionados a pragas, sendo as lagartas algumas das principais preocupações representando grandes desafios para a produção de soja (CONTINI; ARAGÃO, 2021).

3.2. SOJA CONVENCIONAL

As cultivares de soja consideradas convencionais são aquelas que foram desenvolvidas por meio de técnicas tradicionais de melhoramento genético, sem

a aplicação de técnicas de modificação genética direta, como a engenharia genética ou transgenia (CONTINI; ARAGÃO, 2021.).

No processo de melhoramento genético convencional, os agricultores e cientistas utilizam métodos tradicionais de cruzamento seletivo para desenvolver novas variedades de plantas com características desejadas, como resistência a pragas, tolerância a doenças, maior produtividade ou adaptação a condições específicas de crescimento (MEYER et al., 2022).

Embora as cultivares convencionais possam ter características agrônômicas desejáveis, elas também podem ser mais suscetíveis a pragas e doenças quando comparadas a variedades geneticamente modificadas que foram projetadas para resistir a determinados insetos ou patógenos. A escolha entre cultivares convencionais e geneticamente modificadas muitas vezes depende das preferências do agricultor, das condições locais de cultivo e das considerações de mercado (HIRAKURI, 2021).

É importante notar que a utilização de cultivares convencionais ou geneticamente modificadas é um tema complexo e sujeito a regulamentações específicas em diferentes regiões do mundo. As decisões sobre o tipo de cultivar a ser plantado também podem ser influenciadas por considerações ambientais, econômicas e sociais (BRASIL, 2022).

3.3. LAGARTA FALSA MEDIDEIRA

A lagarta falsa-medideira (*Rachiplusia nu*) é conhecida por seu comportamento de movimento que se assemelha à abertura e fechamento das palmas das mãos, o que é uma característica distintiva. A coloração verde clara com listras longitudinais brancas e pontos pretos é outra característica marcante dessas lagartas (NARDON et al., 2021).

Essas lagartas são polípagas, o que significa que se alimentam de uma variedade de plantas, incluindo culturas importantes como soja, milho, algodão e feijão. Sua alimentação intensiva pode causar danos significativos às plantas, desfolhando-as e reduzindo a área foliar fotossinteticamente ativa. Esse desfolhamento pode levar a perdas massivas de produção, uma vez que a

capacidade da planta de realizar a fotossíntese e, portanto, de produzir energia, é comprometida (NARDON et al., 2021; CONTINI et al., 2022).

A fase larval dura de 14 a 20 dias, obtendo como comprimento final de 40 a 45 mm, a transição para a fase de pupa ocorre sob a teia, geralmente na superfície ventral da folha. As lagartas da *R. nu.*, compartilham muitas semelhanças com as de *C. includens* (BOTELHO et al., 2019.).

Nas regiões meridionais do continente americano, como no estado do Rio Grande do Sul, bem como no Uruguai e na Argentina, são mais comumente encontradas elevadas populações desta espécie (SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Uma forma de distinguir entre lagartas desta espécie e *C. includens* é observando a face interna da mandíbula, que não possui dentes, permitindo que sua carena interna continue até a borda externa da mandíbula. Além disso, *R. nu* possui microespinhos localizados acima do ponto de inserção de suas três pernas torácicas. A cor de suas pernas torácicas não é uma característica que possa ser usada para diferenciar as duas espécies. (NARDON et al., 2021).

A capacidade de identificar e distinguir entre espécies de pragas é crucial para a implementação de estratégias de controle eficazes e direcionadas. Observar características morfológicas específicas, como aquelas mencionadas, oferece uma ferramenta valiosa para agricultores, pesquisadores e profissionais envolvidos no manejo integrado de pragas. É bom saber que existem métodos precisos para diferenciar essas espécies, permitindo uma abordagem mais direcionada ao controle quando necessário (JAKUBOWICZ et al., 2019).

Entre as falsas medeiras a lagarta *C. includens* é considerada uma das principais pragas das lavouras de soja no Brasil, enquanto *R. nu* é considerada uma praga secundária das lavouras de soja no Brasil. Porém, nos últimos anos, sua infestação vem aumentando à medida que foram detectados surtos no aumento considerável na sua população em safras de Soja Bt (BARRIONUEVO et al., 2012; ROLIM et al., 2013; HORIKOSHI et al., 2021; NARDON et al., 2021; PERINI et al., 2021).

O uso extensivo de inseticidas químicos e o cultivo de variedades de soja Bt (*Bacillus thuringiensis*) para controlar pragas como a *Rachiplusia nu* podem levar ao desenvolvimento de resistência nesses insetos. A resistência é uma adaptação genética que ocorre nas populações de insetos quando indivíduos

resistentes a um inseticida específico sobrevivem e se reproduzem, transmitindo a resistência aos seus descendentes. (JAKUBOWICZ et al., 2019; STACKE et al., 2020; CONTINI et al., 2022).

3.4. BIOINSUMOS

Os bioinsumos de base microbiana utilizados na lavoura da soja consistem em vírus, bactérias ou fungos, que auxiliam no controle de doenças de plantas e pragas de insetos. Além disso, fungos e bactérias podem estabelecer associações simbióticas com plantas, oferecendo outras vantagens (MEYER, M. C., BUENO, A. F., MAZARO, S. M., SILVA, J. C., EMBRAPA SOJA, 2022).

O *nucleopoliedrovírus Autographa californica* (AcMNPV) foi originalmente descrito no início da década de 1970 e a pesquisa sobre sua genética começou mais tarde naquela década. Isto foi estimulado pela facilidade com que o vírus se replicou em células de *Spodoptera frugiperda* e *Trichoplusia ni*. Posteriormente, isto levou ao desenvolvimento de tecnologia para a eliminação de genes e permitiu estudos direcionados sobre a função de genes específicos, especialmente se a eliminação ou mutação do gene alvo não fosse letal para o vírus (ROHRMANN, G. F. National Center for Biotechnology Information, 2019).

O *Bacillus thuringiensis* age por meio da formação de oligômeros de toxinas, que se ligam a receptores secundários na membrana da célula intestinal. Essa ligação resulta na inserção da toxina oligomérica na membrana da célula epitelial intestinal, causando a formação de poros no epitélio. A ação dessas toxinas leva à paralisia do aparelho digestivo, resultando em morte por inanição, paralisia geral dos músculos e septicemia. Além disso, o Bt produz exoenzimas, como quitinases e proteases, que desempenham um papel crucial na patogenicidade a insetos. Essas exoenzimas são liberadas pela bactéria e promovem a ruptura da membrana peritrófica, facilitando o acesso das δ -endotoxinas ao epitélio intestinal. Além das toxinas, os esporos de *B. thuringiensis* também contribuem para a toxicidade, podendo germinar no interior do inseto-alvo, resultando em septicemia. (GALZER et al., 2016)

Os bioinseticidas à base de *Metarhizium* agem de forma direta. Ao atingir o inseto, o esporo do fungo germina e penetra em seu corpo pela cutícula,

atingindo os órgãos internos. Durante o processo, o fungo libera substâncias que levam o hospedeiro à morte. Isso ocorre de 2 a 7 dias após a aplicação, dependendo das condições climáticas (CASTILHO, A. M. C., 2010).

3.5. SOFTWARE AFSOFT

Formatos de imagem padrão, como bitmap e jpeg, são suportados. O software fornece diversas ferramentas que podem ser usadas para analisar imagens individuais (JORGE; SILVA, 2009).

Ao identificar regiões específicas nas folhas, é possível medir a extensão da infestação de pragas ou danos causados por doenças, bem como o tamanho de quaisquer buracos ou outros danos. AFSoft se caracteriza por sua capacidade de realizar análises em lote de imagens, que é uma de suas principais funções. Ele emprega métodos baseados em inteligência artificial para classificar padrões foliares. Além disso, AFSoft oferece a opção de monitorar o desenvolvimento da cultura (JORGE; E SILVA, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na PUC Goiás - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, no município de Goiânia – GO (coordenadas 16°41'33"S 49°14'12"W). Em 19 de setembro de 2023 foi realizada a coleta e análise do solo retirado da área experimental da universidade, para avaliações químicas dos fatores de fertilidade, dando-se início a execução do experimento.

O experimento ocorreu em 2 etapas, sendo a primeira a produção de folhas de soja para o estudo de consumo foliar da lagarta. A segunda etapa do experimento, foi analisar o consumo foliar em dois instares de desenvolvimento das lagartas com o fornecimento de folhas tratadas de bioinsumos.

4.1. PRIMEIRA ETAPA:

Foi montado um experimento em vaso com condições de campo, com a cultivar de Soja convencional BRSMG 534, desenvolvida pela a Embrapa Soja. A qual tinha por objetivo o fornecimento de folhas do terço médio para o estudo de consumo foliar da lagarta *Rachiplusia nu*, portanto, o uso de soja convencional foi definido para que não houvesse interferência no controle realizados pelos bioinsumos testados.

O plantio foi feito em 25 vasos de 8 litros, com as dimensões de 21 centímetros de altura, 24cm de diâmetro no topo e base com 20,5cm de diâmetro. O solo utilizado para o plantio foi retirado da área experimental da Universidade, após a análise e interpretação dos dados, foi quantificado a necessidade de 1,3 t/ha de calcário necessária para a correção do pH do solo. Foi utilizado uma betoneira para realizar toda a mistura do solo com o calcário e os fertilizantes.

Figura 1: Primeira etapa do experimento, soja plantada em vasos como fonte de alimento para as lagartas.



Fonte: Oliveira (2023).

Após o desenvolvimento da soja, ao se atingir o estágio fenológico reprodutivo (R1), foi retirando 5 folhas por planta em seu terço médio. As folhas foram acondicionadas em placas de Petri, autoclavadas e esterilizadas, com papel filtro umedecido em sua base.

4.2. SEGUNDA ETAPA

Os diferentes estágios de desenvolvimento da lagarta *Rachiplusia nu* foram definidos como alvos do estudo. As folhas de soja foram utilizadas como fonte de alimento para as lagartas. O experimento foi realizado em DIC (delineamento inteiramente casualizado), dividido em 2 testes.

O primeiro teste foi composto por 2 instares de desenvolvimento das lagartas, com três tratamentos biológicos e o controle (tratamento 1, sem aplicação de bioinsumos). As caldas com inseticidas biológicos foram preparadas com os seguintes microrganismos: do fungo *Metarhizium anisopliae* (tratamento 2), da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) (tratamento 3) e do vírus AcMNPV (*Autographa californica Multiple nucleopolyhedrovirus*), (tratamento 2).

As folhas de soja foram previamente lavadas, colocadas entre duas folhas de papel toalha umedecidos e posteriormente escaneadas e analisadas pelo AFSOFT. Foram captadas imagens das folhas com um scanner para serem analisadas. AFSOFT é um software especializado desenvolvido para análise foliar. Este software permite a análise de imagens digitais de folhas, que podem ser obtidas com câmeras digitais, scanners ou câmeras de vídeo

As folhas de soja foram tratadas por imersão por cinco segundos. Cada tratamento contou com seis repetições, sendo cada lagarta uma repetição. Os diferentes estágios de desenvolvimento da lagarta foram cuidadosamente considerados e cada lagarta foi introduzida em três fases diferentes de desenvolvimento, (fase 1, 1° a 2° instar, fase 2, 3° a 4° instar).

O experimento ocorreu em laboratório, em estufa com controle de fotoperíodo e temperatura na qual as lagartas foram acondicionadas em Placas de Petri. Foi feita os ajustes na estufa para a regulação da temperatura e controle de fotoperíodo, e após, foram adicionas as lagartas e ofertadas as folhas tratadas, posteriormente foi feita a análise visual do controle das mesmas, e coleta das folhas para a análise.

Figura 2: Calda preparada a base de fungos, vírus e bactérias para uso no tratamento de folhas de soja.



Fonte: Oliveira (2023).

As imagens das folhas foram captadas pelo scanner para serem analisadas. Assim que coletadas foram analisadas individualmente usando as ferramentas disponíveis. Ao identificar a área das folhas, foram medidas as áreas do consumo da *Rachiplusia nu.*, o tamanho dos buracos, antes e depois de acondicionar as lagartas nelas, ou seja, obtendo dados para efeito comparativo antes e depois da lagarta ser submetida ao experimento.

Recebemos as lagartas em dieta artificial reservadas em copos plásticos com tampa para armazenamento, varias estavam ainda recém eclodidas e um período depois passaram para o 2º instar onde foram utilizadas para o experimento, e outras pouco mais desenvolvidas que chegaram ao 4º instar que também foram submetidas ao experimento.

Foram feitas observações a cada dia com objetivo de evitar que as folhas secassem, ou caso as lagartas já houvessem consumido todo o limbo foliar ficando sem alimento disponível para o próximo período.

Figura 3: Folhas de soja em placa de petri, acondicionadas com os tratamentos



Fonte: Oliveira (2023).

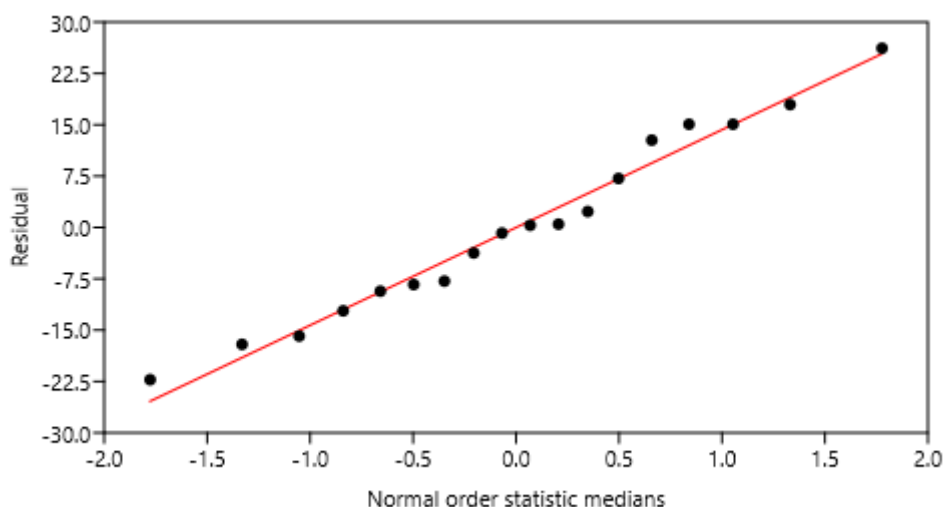
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, de homogeneidade das variâncias de Levene. Como os dados não atenderam aos pressupostos da Anova foi realizado um teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. As curvas de sobrevivência foram estimadas pelo método de Kaplan-Meier (teste de log-rank) usando o software PAST - Palaeontological Statistics, versão 1.81 (HAMMER et al., 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de área de consumo foliar apresentaram normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (Figura 1), porém as variâncias não foram homogêneas pelo teste de Levene ($p = 0,0488$). Desse modo, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, houve diferença significativa entre as médias de consumo de lagartas de segundo instar na testemunha e nas folhas tratadas (Tabela 1).

Figura 1 Gráfico de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk de áreas de consumo foliar cm² (\pm Erro Padrão da Média) de lagartas de segundo instar de *Rachiplusia nu* alimentadas em folhas de soja da cultivar BRS tratadas com diferentes bioinsumos



Fonte: elaborado pelo autor.

Com base nos resultados do experimento, foi observado um comportamento diferenciado das lagartas *Rachiplusia nu*. quando expostas as folhas. Notou-se que as lagartas não estavam se alimentando vigorosamente das folhas, sugerindo a presença de fatores de antibiose ou antixenose, indicando uma característica de resistência a herbivoria da cultivar para com a espécie da lagarta. A análise visual revelou características distintas nas folhas, como uma textura mais crespa e um maior índice de pilosidade presente, que parecem ter impactado negativamente no desenvolvimento das lagartas.

No segundo instar observou-se a dificuldade de alimentação de algumas lagartas ocorrendo maior mortalidade inicial na testemunha. Nesse instar as lagartas se alimentaram mais nas folhas tratadas do que nas folhas sem tratamento. Possivelmente os bioinsumos apresentam algum ingrediente fagoestimulante para as lagartas (Tabela 1).

Por fim, conclui-se que os três tratamentos biológicos testados - o vírus AcMNPV (*Autographa californica Multiple nucleopolyhedrovirus*), o fungo *Metarhizium anisopliae* e a bactéria *Bacillus thuringiensis* - demonstraram eficácia no manejo biológico das lagartas *Rachiplusia nu*. Essas descobertas sugerem que tais métodos podem ser excelentes opções para a rotação de

produtos químicos, contribuindo para a prevenção do desenvolvimento de resistência desses insetos.

Tabela 1 Médias de áreas de consumo foliar cm² (\pm Erro Padrão da Média) de lagartas de segundo instar de *Rachiplusia nu* alimentadas em folhas de soja da cultivar BRS tratadas com diferentes bioinsumos.

Tratamentos	(N)	Área de Consumo larva 2º instar \pm EPM*	CV (%)
Testemunha	3	2,91 \pm 0,41b	41,0
AcMNPV	3	27,73 \pm 11,35a	26,8
<i>B. thuringiensis</i>	6	13,28 \pm 5,35a	24,8
<i>Metarhizium</i>	6	17,65 \pm 6,99a	65,0

*Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunn.

Os resultados estatísticos indicam a necessidade de aumentar o número de repetições nos experimentos subsequentes para reduzir o coeficiente de variação, sugerindo que, no mínimo, três vezes mais repetições devem ser realizadas para garantir uma avaliação mais precisa.

Na Figura 5, apresentamos as lagartas submetidas ao tratamento com vírus. Notavelmente, observou-se a manifestação de sintomas característicos, incluindo diarreia evidente nas lagartas. A coloração e consistência das fezes são indicativas da ação específica do vírus, fornecendo uma clara evidência visual dos efeitos do tratamento.

A Figura 6 destaca as lagartas sujeitas ao tratamento com a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). Neste caso, observou-se uma resposta peculiar, caracterizada pela paralisação das lagartas e um notável escurecimento de seus corpos. Esses resultados sugerem uma resposta distintiva ao tratamento, destacando a eficácia da bactéria Bt em influenciar o comportamento e a coloração das lagartas.

Figura 2: Lagartas mortas anteriormente alimentadas em folhas de soja convencional, cultivar BRSMG 534 tratadas com vírus AcMNPV (*Autographa californica* Multiple nucleopolyhedrovirus)



Fonte: Oliveira (2023).

Figura 3: Lagartas mortas anteriormente alimentadas em folhas de soja convencional, cultivar BRSMG 534 tratadas com *Bacillus thuringiensis* (Bt)



Fonte: Oliveira (2023).

A Figura 7 oferece uma visão reveladora das lagartas após o tratamento com o fungo *Metarhizium*. Uma colonização fúngica abrangente é visível a olho nu, cobrindo toda a extensão das lagartas. Essa evidência visual destaca claramente a capacidade do fungo em se estabelecer nas lagartas, sugerindo uma interação significativa entre o fungo *Metarhizium* e o hospedeiro.

Figura 4 Lagartas mortas anteriormente alimentadas em folhas de soja convencional, cultivar BRSMG 534 tratadas com *Metarhizium anisopliae*.



Fonte: Oliveira (2023).

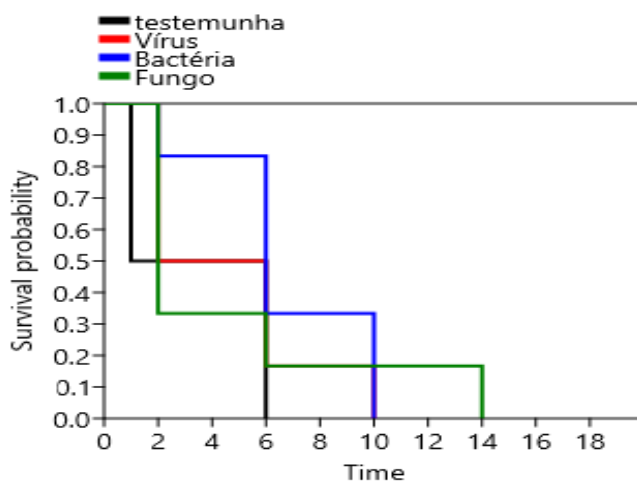
Na figura 8 ao analisar a imagens notamos instantaneamente o nível alto de pilosidade na parte abaxial da folha e uma lagarta morta com coloração branca, analisando assim que ela não conseguiu iniciar o consumo do limbo foliar provocada por algum impedimento.

Figura 5: Registro da folha com alto índice de pilosidade e a lagarta morta sem consumir



Fonte: Oliveira (2023).

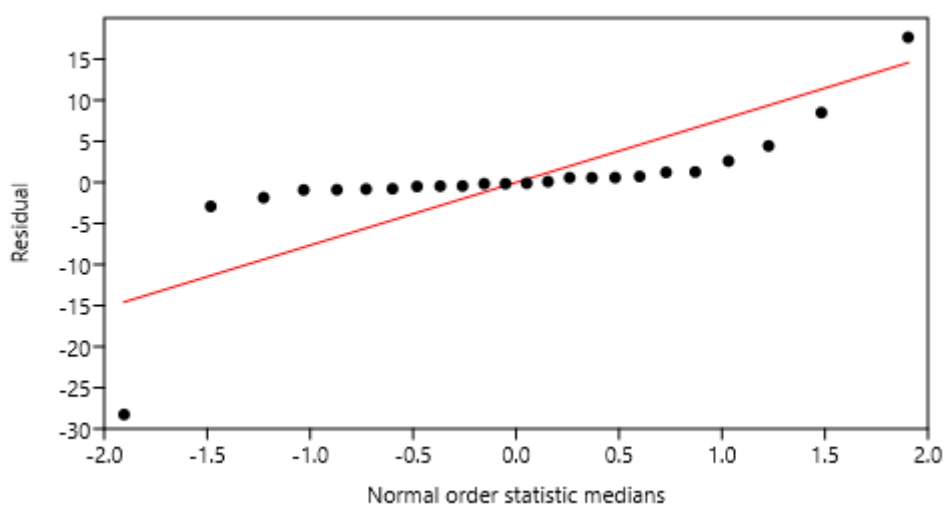
Figura 6 Curva de sobrevivência (Teste de Long Rank; $x_2 = 0,73$; $p > 0,39$) de áreas de consumo foliar cm^2 (\pm Erro Padrão da Média) de lagartas de segundo instar de *Rachiplusia nu* alimentadas em folhas de soja da cultivar BRS tratadas com diferentes bioinsumos



Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados de área de consumo foliar não apresentaram normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk; $p < 0,05$ (Figura 3), as variâncias também não foram homogêneas pelo teste de Levene ($p = 0,01069$). Desse modo, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis houve diferença significativa entre as médias de consumo de lagartas de segundo instar (Tabela 1).

Figura 7 Gráfico de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk ($p = 1,05 \cdot 10^{-6}$) de áreas de consumo foliar cm^2 (\pm Erro Padrão da Média) de lagartas de segundo instar de *Rachiplusia nu* alimentadas em folhas de soja da cultivar BRS tratadas com diferentes bioinsumos.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na tabela 2 apresentada, observamos que os tratamentos T1, T2 e T3 demonstraram resultados semelhantes, indicados pela diminuição significativa na Área de Consumo das larvas de 2º instar em comparação com a Testemunha. Os valores médios das áreas de consumo para os tratamentos T1, T2 e T3 foram substancialmente inferiores em relação à Testemunha, evidenciando a eficácia desses tratamentos na redução do desenvolvimento larval.

Tabela 2 Médias de áreas de consumo foliar cm² (\pm Erro Padrão da Média) de lagartas de quarto instar de *Rachiplusia nu* alimentadas em folhas de soja da cultivar BRS tratadas com diferentes bioinsumos.

Tratamentos	(N)	Área de Consumo larva 4º instar \pm EPM*	CV (%)
Testemunha	6	30,91 \pm 6,35a	50,4
AcMNPV	6	1,85 \pm 0,45b	59,3
<i>B. thuringiensis</i>	6	1,61 \pm 0,55b	83,6
<i>Metarhizium</i>	6	1,46 \pm 0,32b	53,8

*Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunn.

6. CONCLUSÃO

Mediante todos os tratamentos utilizados para a avaliação de consumo foliar, a espécie foi controlada com sucesso pelo os tratamentos biológicos utilizados, os resultados foram obtidos com a morte das lagartas, com sintomas típicos de cada tratamento. Concluindo assim que os produtos biológicos usados são eficazes para o manejo das lagartas, podendo ser associado com produtos químicos para rotação.

Sobre a cultivar da soja utilizada a BRS 534, demonstrou resistência a herbívoros das lagartas, sendo justificado por condições de antibiose e antixenose que essa variedade proporciona para a espécie, notando que as características físicas visíveis, como o alto índice de pilosidade nas superfícies da folha e sedosidade, foram fatores impediram o desenvolvimento e o consumo da planta pela a lagarta.

7. REFERÊNCIAS

ARRUÉ, ADRIANO et al. Precipitação artificial após aplicação do inseticida clorantroliprole associado com adjuvante em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 44, p. 2118-2123, 2014.

BOLFE, E.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; VICTORIA, D. de C.; GREGO, C. R.; JORGE, A. de C.; COSTA, C. C.; INAMASU, R. Y.; FERREIRA, V. R.; RAMIREZ, A. R.; SANCHES I. A. **Agricultura digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online**. Campinas: Embrapa, 2020. 44 p.

BOTELHO, ABRZ; DA SILVA, IVANA FERNANDES; ÁVILA, CRÉBIO JOSÉ. **Aspectos biológicos da lagarta-falsa-medideira e sua criação em laboratório com dieta artificial**. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Programa Nacional de Bioinsumos. Brasília, DF, 27 set. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos>.

BUENO, A. D. F., GA, C., NOGUEIRA, M. A., DE MEDEIROS, F. H. V., DE MEDEIROS, F. C. L., HUNGRIA, M., ... & HIROSE, E. **Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja**. 2022.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. ocorrência de e *Rachiplusia nu* e *Crocidosema aporema* em soja-Bt na safra 20/21 e principais orientações de manejo aos produtores para a safra 21/22. **Nota técnica: Embrapa Soja**, p. 1-6, 2021.

CASTRO, J. P. S. et al. **Alternativas sustentáveis ao uso intensivo de agrotóxicos na agricultura brasileira**. **Revista Grifos**, v. 28, n. 47, p. 121-144, 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n.7- Sétimo levantamento, p. 1-106, abril 2023.

CONTINI, E.; ARAGÃO, A. **O Agro Brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas**. Brasília, DF: Embrapa, 2021 Agropensa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>.

GALZER, E., & AZEVEDO FILHO, W. Utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas. **Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 1(1), 13-16. 2016.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST - Paleontological Statistics**, ver. 1.81 (<http://folk.uio.no/chammer/past>). 2008. Disponível em: <<http://folk.uio.no/chammer/past>>

HIRAKURI, MARCELO HIROSHI. Perdas econômicas geradas por estresses bióticos e abióticos na produção brasileira de soja no período 2016-2020. Embrapa Soja - **Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2021.

JAKUBOWICZ, V.; TAIBO, C. B.; SCIOCCO-CAP A.; ARNEODO, J. D. Biological and molecular characterization of *Rachiplusia nu* single nucleopolyhedrovirus, a promising biocontrol agent against the South American soybean pest *Rachiplusia nu*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 166, 107211, 2019.

JORGE, L. A. DE C.; SILVA, D. J. DA C. B. **AFSoft Software**. Embrapa Instrumentação, 2009.

KLENK, E.; PROCÓPIO, G. G.; CAMARGO, H. P. **Proposta de melhoria nos custos de produção na cultura da soja**. 2022.

MEYER, M.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. (ed.). Bioinsumos na cultura da soja. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

MORANDI, MARCELO AUGUSTO BOECHAT; BETTIOL, WAGNER. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

NARDON, A.C.; MATHIONI, S. M.; SANTOS, L.V.; ROSA, D. D. Primeiro registro de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera:Noctuidae) sobrevivendo em soja Bt no Brasil. **Entomological Communications**, v.3, p. 1-3, 2021.

PERINI, C. R.; SOSA, V. I.; KODA, V. E.; SILVA, H.; RISSO, A. A.; VASCONCELOS, W. N. F.; GONÇALVES, C. F.; UGALDE, G. A.; MACHADO, D. N.; BEVILACQUA, C. B.; ARDISSON-ARAÚJO, D. M.; MAEBE, K.; SMAGGHE, G.; VALMORBIDA, I.; GUEDES, J. C. Genetic structure of two Plusiinae species suggests recent expansion of *Chrysodeixis includens* in the American continent. **Agricultural and Forest Entomology**, 23: 250- 260. doi: 10.1111/afe.12427. 2021.

PESSOA, ACWF; SOSA-GÓMEZ, D. R. Suscetibilidade de *Rachiplusia nu* resistente a proteína Cry1Ac a produtos comerciais a base de *Bacillus thuringiensis*. **XVII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**, v. 86065, p. 62, 2022.

REZENDE, M. A. A; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Consumo foliar de milho e desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson)(Hymenoptera: Braconidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, n. 3, p. 473-478, 1994.

RIBEIRO, F. S. Danos inesperados de *Rachiplusia nu* e *Crociosema aporema* em soja Bt. UFSM, 2022.

SEDIYAMA, T. et al. **Soja do plantio à colheita**. Viçosa, MG. Ed. UFV 2015.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 2014.

VALICENTE, F. H. **Consumo foliar da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith 1797) infectada com vírus de granulose ou de poliedrose nuclear**. 1988.