

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Intensidade e tipos de injúrias causado às gramíneas por *Mahanarva*
spp. e *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae).

Gabriel Gomes Rodrigues de Souza

Dourados - MS
Outubro/2022

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Gabriel Gomes Rodrigues de Souza

INTENSIDADE E TIPOS DE INJÚRIAS CAUSADO ÀS GRAMÍNEAS POR
Mahanarva spp. E *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae).

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Co-orientador: Prof. Me. Rafael Azevedo da Silva

Dourados - MS

Outubro/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

<p>Souza, Gabriel Gomes Rodrigues de</p> <p>Intensidade e tipos de injúrias causado às gramíneas por Mahanarva spp. e Notozulia entreriana (Hemiptera: Cercopidae). / Gabriel Gomes Rodrigues de Souza. – Dourados, 2022.</p> <p>Orientador: Dr. Marcos Gino Fernandes Coorientador: Me. Rafael Azevedo da Silva</p> <p>Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Insetos – pragas. 2. Cigarrinhas-das-pastagens. 3. Mahanarva spp. - Notozulia entreriana. 4. Hemiptera - Cercopidae. I. Título.</p>
--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.


©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.


"Intensidade e tipos de injúrias causadas às gramíneas por *Mahanarva* spp. e *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae)".

Por

GABRIEL GOMES RODRIGUES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação


Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador/Presidente - UFGD


Participação remota
Dr. Isaias de Oliveira
Membro titular - AGRAER


Participação remota
Dr.ª Marizete Cavalcante de Souza Vieira
Membro titular - Fundação MT

Dissertação aprovada em: 26 de agosto de 2022

Biografia do Acadêmico

Filho de João Rodrigues de Souza e Maria Sônia Gomes da Cruz Rodrigues nasci no interior do Estado de São Paulo na cidade de Presidente Venceslau no dia 02 de junho de 1995, mas com apenas 6 meses de vida minha família se mudou para Batayporã, cidade esta localizada no interior do Mato Grosso do Sul, onde cresci e moro até o presente momento.

Durante minha infância cursei a educação fundamental na Escola Estadual Braz Sinigaglia até o ano de 2010, já o ensino médio realizei no Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS) no campus de Nova Andradina, cursando o curso de Técnico em informática, que durou os anos de 2011 a 2015, não obtive o diploma de técnico pois em 2015 eliminei o ensino médio através do Enem ingressando assim no ano seguinte na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), no curso de Ciências Biológicas Bacharelado.

Após os 4 anos de faculdade já no último semestre do meu curso realizei o exame para ingressar no mestrado em entomologia na Faculdade Federal da Grande Dourado (UFGD), graças a Deus eu consegui passar no exame e terminei o curso de Ciências Biológicas, ingressando assim no mestrado no ano de 2020.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade que tive de realizar este projeto, também agradeço a minha família por me apoiar e me ajudar sempre que possível para a realização e concretização deste estudo, também agradeço o meu orientador Dr. Marcos Gino Fernandes que me ajudou na orientação deste trabalho tirando minhas dúvidas e ajudando na solução de problemas que surgiram no decorrer da execução do projeto, agradeço de igual maneira me coorientador Me. Rafael Azevedo da Silva que sempre me ajudou a encontrar soluções para os problemas que meu projeto apresentou além de ter me apresentando os locais para a realização da coleta de insetos e execução do projeto. Também possuo minha gratidão o corpo docente, técnico e demais funcionários do Instituto Federal de Ciências e tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS) em especial, Bruno Levino de Oliveira, Alexandre Alonso de Oliveira, Sidiney Moreira Fernandes e Ivone Batista de Oliveira que mesmo não possuindo nenhum compromisso com meu trabalho eles sempre se demonstraram solidários em me ajudar com os equipamentos do laboratório, com deslocamento da cidade para o IFMS e também com informações que colaboraram para explicar certas anormalidades que ocorreram no meu trabalho. Também possuo minha gratidão o discente Renan Antunes Ferreira que colaborou no meu projeto de forma significativa com a obtenção das sementes de *Urochloa ruziziensis* que foram usadas para no plantio dos vasos para a infestação.

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha família, amigos e professores que me ajudaram a chegar até este ponto.

Epigrafe

O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano.

(ISAAC NEWTON)

O valor e a utilidade de qualquer experimento é determinado pelo encaixe entre o material e a finalidade para a qual ele é usado e, assim, no caso diante de nós não podemos desconsiderar que as plantas quando objetos de experiência, estão sujeitas à maneira como tal experimento é conduzido.

(GREGOR JOHANN MENDEL)

Não é o mais forte que sobrevive,
nem o mais inteligente,
mas o que melhor se adapta às mudanças

(CHARLES DARWIN)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gaiola de madeira revestida de voil em pastagem de <i>Urochloa</i> .	32
Figura 2 – Quadrado medindo usado para delineamento da área de amostragem de ninfas e gramíneas.	33
Figura 3 – Cigarrinhas capturadas durante a coleta.	34
Figura 4 – Gaiolas para criação dos insetos.	35
Figura 5 – Plantas usadas para o experimento laboratorial.	36
Figura 6 – Exemplos de <i>Notozulia entreriana</i> .	38
Figura 7 – Exemplos de <i>Mahanarva</i> spp.	38
Figura 8 – Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 1.	40
Figura 9 – Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 2.	40
Figura 10 – Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 3.	41
Figura 11 – Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 4.	41
Figura 12 – Foto da geada de 2021.	43
Figura 13 – Foto da recuperação das gramíneas de 2021.	43
Figura 14 – Gráficos plot splot referente aos valores da massa seca e úmida dos locais de amostragem.	46
Figura 15 – Gráfico dos grupos de infestação <i>Mahanarva</i> , <i>Notozulia</i> e Mista referente a massa úmida.	48
Figura 16 Gráfico dos grupos de infestação <i>Mahanarva</i> , <i>Notozulia</i> e Mista referente a massa seca.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amostragem total dos indivíduos de cigarrinhas durante os anos de 2021 e 2022. 44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

MU Massa Úmida

MS Massa Seca

.

SUMÁRIO

INTENSIDADE E TIPOS DE INJÚRIAS CAUSADO ÀS GRAMÍNES POR *Mahanarva* spp. E *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae).

INTENSITY AND TYPES OF INJURIES CAUSED TO GRASS BY *Mahanarva* spp. AND *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae).

1 RESUMO GERAL	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Importância econômica das cigarrinhas	18
2.2 Diversidade das cigarrinhas-das-pastagens	19
2.3 Ninfas	22
2.4 Interação do inseto com a planta	23
2.5 Dinâmica populacional	24
2.6 Controle de pragas	26
3 OBJETIVO GERAL	27
3.1 Objetivos Específicos	27
4 HIPÓTESE	28
CAPÍTULO I: Intensidade e tipos de injúrias causado às gramíneas por <i>Mahanarva</i> spp. e <i>Notozulia entreriana</i> (Hemiptera: Cercopidae).	29
5 INTRODUÇÃO	30
6 MÉTODOLOGIA	31
6.1 Bioensaio no campo	31
6.2 Bioensaio de Laboratório	36
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7.1 Resultado obtidos no campo	37

7.2 Amostra vegetal	44
8 CONCLUSÕES	50
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

RESUMO GERAL

As cigarrinhas-das-pastagens são uma das principais pragas das gramíneas (Poaceae), alimentando-se destas plantas durante todo o seu ciclo de vida. As ninfas se encontram no solo envolta por uma espuma branca que lhes fornece proteção, enquanto se alimentam do xilema das raízes. Já os adultos, se encontram nas folhas se alimentando e inserindo toxinas presente na saliva que prejudica o processo fotossintético das plantas, causam clorose nas folhas, podendo levar a morte da planta. Esses insetos possuem uma ampla distribuição geográfica podendo ser encontradas em todos os continentes, exceto nos trópicos sendo de grande importância econômica como pragas de cultivares como *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa decumbens*, *Urochloa humidicola* e *Saccharum officinarum* L. Para melhor compreensão da capacidade de injúria que esses insetos possuem, foram realizados experimentos em campo que consistiu em separar 4 áreas diferentes para a amostragem das gramíneas a cada 15 dias, onde foram analisados os parâmetros de massa úmida (MU) e massa seca (MS), e comparado com o grupo controle que foi isolado por uma gaiola de madeira em cada área de amostragem, revestido de voil para evitar que as cigarrinhas contaminassem este grupo. Além destas amostragens, foi realizado o estudo da dinâmica populacional destes insetos a cada 15 dias. Em experimento controlado no laboratório foi avaliada a capacidade de injúria de dois gêneros de cigarrinhas, *Mahanarva* e *Notozulia*. Para isto foi semeada em 65 vasos plásticos de 18 cm³ sementes de *Urochloa ruziziensis*, com adubação de NPK 8-28-16. Após o desenvolvimento da *B. ruziziensis*, elas foram podadas em uma altura de 15 cm e expostas a diferentes níveis de infestações por cigarrinhas, 0, 4, 8, 12 e 16 cigarrinhas por vaso, num total de 5 repetições, com três grupos diferentes. O grupo 1 foi infestado apenas *Mahanarva* spp., o grupo 2 apenas *Notozulia entreriana* e por fim o grupo 3 foi infestado com metade de cada gênero. Ao final dos experimentos

foi constatado que, dentre as cigarrinhas, o gênero mais frequente é *Mahanarva* com 62,41% e *Notozula* apenas com 37,59%. Os dados obtidos sobre a capacidade de injúrias destes insetos apontam para uma capacidade maior de dano das cigarrinhas do gênero *Mahavarva*, demonstrando uma maior capacidade de causar injúrias as gramíneas do que *Notozulia*.

Palavras-chave: Cigarrinhas-das-pastagens. *Urochloa*. Pragas. Dinâmica-populacional.

GENERAL ABSTRACT

Spittlebug are one of the main pests of grasses (Poaceae), feeding on these plants throughout their life cycle. The nymphs are found in the soil surrounded by a white foam that provides them with protection, while they feed on the xylem of the roots. The adults, on the other hand, are found in the leaves, feeding and inserting toxins present in the saliva that impair the photosynthetic process of the plants, causing chlorosis in the leaves, which can lead to the death of the plant. These insects have a wide geographic distribution and can be found on all continents, except in the tropics, being of great economic importance as pests of cultivars such as *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa decumbens*, *Urochloa humidicola* and *Saccharum officinarum* L. For a better understanding of the injury capacity that these insects have, field experiments were carried out, which consisted of separating 4 different areas for the sampling of grasses every 15 days, where the parameters of wet mass (MU) and dry mass (MS) were analyzed, and compared with the control group that was isolated by a wooden cage in each sampling area, covered with voile to prevent spittlebugs from contaminating this group. In addition to these samplings, a study of the population dynamics of these insects was carried out every 15 days. In a controlled experiment in the laboratory, the injury capacity of two genera of spittlebug, *Mahanarva* and *Notozulia*, was evaluated. For this, *Urochloa ruziziensis* seeds were sown in 65 plastic pots of 18 cm³, with fertilization of NPK 8-28-16. After the development of *B. ruziziensis*, they were pruned to a height of 15 cm and exposed to different levels of leafhopper infestations, 0, 4, 8, 12 and 16 spittlebug per pot, in a total of 5 replications, with three different groups. Group 1 was infested only with *Mahanarva* spp., group 2 only with *Notozulia entreriana* and finally group 3 was infested with half of each genus. At the end of the experiments, it was found that, among the spittlebug, the most frequent genus is *Mahanarva* with 62.41% and

Notozula with only 37.59%. The data obtained on the injury capacity of these insects point to a greater damage capacity of the spittlebug of the genus *Mahavarva*, demonstrating a greater capacity to cause injuries to grasses than *Notozulia*.

Keywords: Spittlebug. *Urochloa*. Pests. Population dynamics.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica das cigarrinhas

O Brasil é um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, com grandes áreas cultiváveis por todo seu território, sendo *Urochloa* a principal cultivar utilizada para o consumo do gado. Gramínea esta que foi de origem africana que foi introduzida nas Américas devido a sua alta adaptabilidade a solos pobres e ácidos além da boa qualidade nutricional (Holmann & Peck, 2002). Devido as gramíneas africanas não possuírem um histórico de coevolução com os insetos nativos deste continente, elas demonstraram uma suscetibilidade aos ataques das cigarrinhas-das-pastagens se tornando uma das principais pragas desta cultivar (Pires; Price; Fontes, 2000).

Esses insetos se alimentam do xilema das plantas, afetando o transporte de água e nutrientes, como consequência desse processo, eles injetam toxina presente na saliva que prejudica o processo fotossintético das plantas. Como consequência ocorre o amarelamento das folhas, denominado de clorose, o que pode ocasionar a morte da planta, dependendo da suscetibilidade da gramínea ou nível de infestação (Grisoto et al., 2014).

Essas mudanças na fisiologia e morfologia da gramínea causam grandes perdas econômicas, devido a perda de massa e alterações químicas na fisiologia da planta, como consequência há perda de palatabilidade para os animais, diminuindo a área de pastejo, gastos com inseticidas e a diminuição da produtividade e de produtos de origem animal, como a carne e o leite. Holmann & Peck, (2002) realizaram um estudo na Colômbia que quantificou a perda de produção de carne e leite causado pelas cigarrinhas-das-pastagens. Este estudo foi realizado em áreas com clima úmido e seco e demonstrou resultados variados para cada tipo de ambiente, sendo os trópicos secos com maior dano econômico, chegando a uma estimativa de até US\$ 273 milhões/ano, enquanto que nos trópicos úmidos a estimativa foi de aproximadamente US\$ 47 milhões/ano. A produção de carne e leite teve uma decaída significativa com o gado que se alimentou de uma pastagem infestada, possuindo uma diminuição da carne e do leite de 2-8% em área com baixa infestação; já em áreas com uma infestação intermediária foi de 7-28%, e

para as infestações altas ocorreu uma diminuição de 24-32 %, evidenciando a redução da produtividade em razão das altas infestações de cigarrinhas.

Além dos danos econômicos, as injúrias podem levar a uma perda nutricional como demonstrado por Congio et al. (2020), que constaram, que em uma infestação prolongada por cigarrinhas que dure várias gerações a concentração de Ca, Mg, P, S e K sofre uma diminuição de até 60%, os nutrientes PB, FDN e IVDDM acabam tendo uma redução de 66%. As injurias causadas pelos insetos levam a uma perda de 64% do rendimento das forragens e 30% do parâmetro nutricional (Congio et al.2020).

Além dos danos causados as plantas de *Urochloa* as cigarrinhas do gênero *Mahanarva* são comumente encontradas em canaviais. Este gênero de cigarrinhas causa severas injúrias na *Saccharum officinarum* L, prejudicando sua qualidade como a redução da produtividade do colmo devido as alterações na qualidade da planta e prejudicando os processos industriais devido a introdução de contaminantes que dificultam a recuperação do açúcar e inibem a fermentação (Dinardo-Miranda et al., 2004).

Para o tratamento das cultivares de *Saccharum officinarum* L Dinardo-Miranda et al. (2008) realizaram os gastos nos tratamentos, em plantações utilizando defensivos agrícolas para o controle das cigarrinhas. Os defensivos utilizados foram o imidaclopride e o tiametoxam. Para manter a qualidade da *S. officinarum* L foi necessário um gasto líquido de US\$ 639 por ha de imidaclopride e US\$ 648 por ha de tiametoxam.

2.2 Diversidade das cigarrinhas-das-pastagens

Cigarrinhas-das-pastagens é o nome dado ao grupo de insetos herbívoros pertencente a Ordem Hemiptera, Subordem Auchenorrhyncha e família Cercopidae. Possuem uma ampla distribuição de espécies por todo o mundo, com cerca de mais de 3.000 espécies descritas distribuída em 340 gêneros (Paladini et al. 2018).

Atualmente esta família está dividida em duas subfamílias: a parafilética Cercopinae encontrada no Velho Mundo e a monofilética Ischnorhininae localizada no Novo Mundo (Paladini et al., 2015), onde Ischnorininae encontra-se dividida em quatro tribos: Tomaspidini, Ischnorhinini, Hyboscartini e Neaenini (Fennah, 1968).

Estes insetos possuem grande distribuição espacial com relatos em países da Europa Oriental, Europa Ocidental, Ásia, África e nas Américas (Yurtsever, 2000). O primeiro relato de cigarrinhas-das-pastagens no continente Americano como pragas foi 1831 com a espécie *Philaenus spumarius* onde foi identificada como pertencente ao gênero *Cercopis* e posteriormente sofreu uma revisão por Fennah, (1953) que classificou para o gênero atual *Philaenus* (Pass & Reed, 1965).

Os relatos da espécie *Philaenus spumarius* na América do Norte demonstram uma preferência em atacar grandes cultivares de gramínea, ocasionando prejuízos aos agricultores. Os primeiros relatos de altas infestações em pastagens ocorreram no estado da Georgia (EUA), em 1953. Uma plantação de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. foi atacada deixando grandes áreas com manchas amarronzadas dando um aspecto de grama morta (Beck, 1963).

Exemplares do gênero *Philaenus* também são encontrados na Europa, onde por muitos anos estes insetos não eram considerados uma praga agrícola, no entanto em meado de 2013 ocorreu o primeiro surto europeu da bactéria *Xylella fastidiosa* em Apúlia (sul da Itália). A espécie responsável pela transmissão da doença foi a *Philaenus spumarius* (Cornara et al., 2018, Bodino et al., 2021).

Uma das espécies mais comuns na América Central e Sul são as cigarrinhas do gênero *Aeneolamia* como *A. albofasciata* (Lallemand, 1939), *A. contigua* (Walker, 1851), *A. postica* (Walker, 1858), *A. varia* (Fabricius, 1787), *A. lepidior* (Fowler, 1897), e *A. reducta* (Lallemand, 1924) (Hernández et al., 2021), gênero este descrito por Fennah, (1948). As espécies pertencentes a este gênero possuem uma coloração diversificada, com cerca de 8 espécies e 34 subespécies (Paladini & Cavichioli, 2013). Semelhante as cigarrinhas do gênero *Mahanarva*, *Aenelamia* é encontrada em canaviais sendo uma das principais pragas deste cultivar (Figueredo et al., 2021).

Outro gênero com uma ampla distribuição geográfica e abundância na América do Sul é *Deois* descrito pela primeira vez por Fennah (1948) que, posteriormente ao revisar o gênero, dividiu em 3 subgêneros: *D. (Deois)*, *D. (Orodamniss)* e *D. (Pandisia)*, contendo 24 espécies (Fennah, 1953). Sakakibara (1979) revisou este gênero acrescentando mais dois subgêneros, *Deois (Acanthodeois)* e *Deois (Fennahia)* (Costa & Sakakibara, 2002 apud Sakakibara, 1979)

Atualmente o gênero *Deois* é uma das principais pragas de gramíneas em todo o Brasil, principalmente gramíneas africanas como as do gênero *Urochloa*. Esses insetos são

responsáveis por causarem grandes prejuízos devido as altas infestações que ocorrem nos períodos chuvosos e pela contaminação com toxinas presentes na saliva dos insetos causando a fitotoxidade nas plantas (Sujii et al., 2001; Pereira et al., 2011; Pereira et al., 2018).

Semelhante a *Deois* outro gênero frequente nas cultivares de *Urochloa*, são as cigarrinhas *Notozulia*, descrita pela primeira vez por Fennah (1953), onde o gênero *Zulia* foi subdividido em dois subgêneros: *Zulia* e *Neozulia*, posteriormente em uma revisão Fennah (1968) criou o gênero *Notozulia* a partir de *Zulia*. *Notozulia* é uma das cigarrinhas-das-pastagens mais abundantes em Impactando negativamente a economia agrícola e reduzindo as áreas de pastagens através dos danos causados as gramíneas (Paladini; Carvalho; Valério, 2008).

Outro gênero abundante e muito conhecido no Brasil são as cigarrinhas do gênero *Mahanarva* conhecidas popularmente como cigarrinhas-das-raízes em algumas regiões. São frequentemente encontradas na *Saccharum officinarum* L, que vem se intensificando devido a forma de manejo da cana, sem a utilização da queima, que ajudava no controle (Alves; Carvalho, 2014). Atualmente este gênero possui dois subgêneros: *Mahanarva s. str.* e *M. (Ipiranga)*, contendo 39 espécies (Paladini & Carvalho, 2007).

Como as demais cigarrinhas, *Mahanarva* tem potencial de causar graves lesões às gramíneas devido seu hábito alimentar, pois as ninfas inserem seu estilete pela epiderme, passando pelo córtex, chegando ao cilindro vascular onde possuem acesso ao xilema das raízes, enquanto que os adultos introduzem o estilete preferencialmente pelos estômatos do limbo foliar, passando pelas células clorofiladas e parenquimatosas claras e terminando no metaxilema dos feixes vasculares, causando lesões nos tecidos (Garcia et al., 2007).

À medida que elas continuam a se alimentar são injetadas nos tecidos enzimas tóxicas presente na saliva causando obstrução dos canais condutores que provoca uma intoxicação, tendo como sintoma desse ataque: clorose longitudinal que evolui para necrose ao redor da área afetada, dando uma aparência de queimado nas folhas (Nunes; Camargo-Mathias, 2006).

2.3 Ninfas

Semelhante aos adultos ninfas se alimentam do xilema das plantas, mas durante esta fase elas alimentam-se exclusivamente das raízes, permanecendo assim sobre o solo próximas ao caule das plantas. Devido aos riscos de predação e dessecação que as ninfas possuem ao longo da evolução elas desenvolveram um comportamento de produzirem uma espuma branca que envolve todo o corpo do inseto, essa espuma tem como função manter a temperatura numa faixa ideal que favoreça o seu desenvolvimento (Tonelli et al., 2018) e manter a umidade no ambiente evitando a perda de água, além de proteger contra inimigos naturais como predadores, patógenos e parasitoides (Batista et al., 2010).

A espuma é excretada pelas próprias ninfas, que produzem soluções proteicas pelos túbulos de Malpighi servindo de estabilizadores para as bolhas de ar. Contrações abdominais impulsionam o ar para o líquido excretado pelos túbulos de Malpighi a fim de criar bolhas de ar que envolvem todo o corpo do inseto (Rakitov, 2002).

A espuma destes insetos tem diversas funções como defesa contra parasitoides, insetos predadores e patógenos, mas estudos vem demonstrando que além da defesa há também um fator adaptativo para a regulação térmica como demonstrado por Tonelli et al. (2016) que, ao estudarem cigarrinhas-das-pastagens do gênero *Mahanarva* medindo a temperatura ambiente e a temperatura interna da espuma, notaram uma diferença significativa onde a temperatura ambiente das 11h às 13h se encontrava entorno de 29 °C e a temperatura interna da espuma se manteve constante entorno de 25 °C, temperatura ideal para o desenvolvimento do inseto.

Outra importante função da espuma é a proteção contra a quantidade excessiva de luz solar, pois a exposição das ninfas ao Sol diminui a taxa de sobrevivência prejudicando o seu desenvolvimento. A espuma serve como uma barreira refletindo a luz em excesso e absorvendo parte dos raios UV (Chen et al., 2018).

2.4 Interação do inseto com a planta

As cigarrinhas-das-pastagens alimentam-se principalmente de gramíneas, podendo ser encontradas em diferentes espécies de pastagem e canaviais. As cigarrinhas-das-pastagens tornaram-se a principal praga das gramíneas forrageiras (Poaceae) na América do Sul devido a introdução das gramíneas do gênero *Urochloa*, originária da África, essa cultivar não possui um histórico de coevolução com os insetos nativos do Brasil e demais países, demonstrando uma suscetibilidade ao ataque desse grupo de insetos (Sujii et al., 2001).

Para amenizar os danos causados nas diferentes cultivares de gramíneas, a criação de novas variedades de plantas tolerante as injurias dos Cercopídeos vem sendo desenvolvidas para contribuir no controle destas pragas (; Cardona et al., 2004; Auad et al., 2007; Sotelo et al., 2008 García et al., 2011; Leite et al., 2014; Dinardo-Miranda et al., 2016; Grisoto et al., 2018). Esses estudos demonstram grandes resultados na criação de plantas híbridas com altos níveis de antibiose e tolerância.

Estudos com diferentes fenótipos de cana-de-açúcar que possuem diferentes níveis de tolerância a *M. fibriolata* demonstram que esses níveis podem variar dependendo do tamanho da infestação (Dinardo-Miranda et al. 2014). E uma das variáveis que influenciam na infestação das cigarrinhas é a atratividade de cada genótipo de planta, o que pode ocasionar uma infestação maior em determinada gramínea mais atrativa para o inseto. Além do comportamento de oviposição que tem mostrado uma preferência maior por plantas preferidas no forrageamento das espécies pragas (Dinardo-Miranda et al., 2016).

Além disso o genótipo das plantas pode influenciar o desenvolvimento positivamente ou negativamente dos insetos, pois proles de ninfas que forrageia genótipos menos resistente possui um nível de sobrevivência maior, possuindo mais indivíduos que chegam a fase adulta do os que se alimentam de plantas resistente a cigarrinhas (Auad et al., 2007).

A utilização de plantas resistentes para conter infestações tende a controlar mais o tamanho populacional evitando danos maiores aos cultivares, visto que essas plantas fornecem um elevado nível de mortalidade às ninfas. Semelhante a *Saccharum* genótipos de *Urochloa* apresentam desempenhos significativamente diferente quando expostas a infestações, afetando

o ciclo de vida dos insetos. Aumentando a mortalidade das ninfas e diminuindo a população de adultos (Lopez et al., 2009).

Grisoto et al., (2018) demonstraram em um experimento com várias cultivares de gramíneas forrageiras a antibiose dessas plantas sobre as ninfas, resultando em valores de mortalidades diferentes para as ninfas que se alimentaram dessas cultivares. Isso demonstrou que algumas Poaceae como *P. maximo* cv. Paredão e *A. gayanus* possui uma antibiose elevada, levando a uma taxa maior de mortalidade para as ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Stål). Embora esses resultados tenham sido impressionantes, há estudos que demonstram que diferentes espécies de cigarrinhas podem fornecer resultados diferentes (Lopez et al., 2009; Aguirre et al., 2013).

Cigarrinhas da espécie *Zulia carbonar* possui uma mortalidade menor comparada com *Aeneolamia varia*, *Aeneolamia reducta* quando expostas aos genótipos de *Urochloa* spp (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk, *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa híbrida* cv. Mulato II, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e SX01NO/0102), o que indica que cigarrinhas pertencentes ao gênero *Zulia* possuem uma maior tolerância à antibiose das *Urochloa* spp (Aguirre et al., 2013).

As espécies de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois schach*, *Mahanarva spectabilis* e *Notozulia entreriana*, alimentadas com 4 cultivares, *Urochloa ruziziensis*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum máximoque* e *Cynodon dactylon* apresentaram em todos os cultivares uma diferença significativa na mortalidade das ninfas e na longevidade dos adultos, *M. spectabilis* possuiu menor mortalidade de ninfas, destacando-se principalmente em *U. ruziziensis* e *P. purpureum*, já na longevidade de adultos *D. Schach* possuiu o melhor desempenho em todos os cultivares seguido de *M. spectabilis*, demonstrando que cultivares diferentes podem apresentar níveis de tolerância diferentes para diferentes gêneros de cigarrinhas (Alvarenga et al., 2017).

2.5 Dinâmica populacional

Os fatores ambientais como temperatura, fotoperíodo e precipitação influenciam diretamente na dinâmica populacional das cigarrinhas-das-pastagens. A flutuação populacional desses insetos coincide com os períodos de maior ocorrência de chuvas, o que pode variar para cada região. Em regiões úmidas as cigarrinhas podem ser encontradas o ano todo, enquanto em

regiões sazonalmente secas ocorre apenas nas estações chuvosas (Valério et al., 2001). Os fatores ambientais como temperatura, umidade e fotoperíodo demonstram grande influência no ciclo de vida desses insetos onde as gerações de cigarrinhas-das-pastagens ocorrem durante os períodos de maior precipitação, pluviométrica, maiores temperaturas médias diárias acima de 20°C (Lohmann; Pietrowski; Bressan, 2010).

Esses insetos evoluíram mecanismos para sobreviver durante os períodos de seca, quando o clima é desfavorável para sua sobrevivência. Durante esta estação, as cigarrinhas encontram-se na forma de ovos diapáusicos (Sujii et al., 1995). Este período de supressão do desenvolvimento embrionário possui um papel fundamental na sobrevivência das populações pois resulta em redução da mortalidade durante períodos desfavoráveis, mas também determina o momento sazonal de maturação e reprodução dos insetos (Tauber & Tauber, 1986).

Segundo Sujii et al. (1995), as cigarrinhas ovipositam durante toda a estação chuvosa em diferentes proporções e com uma programação para diferentes durações da diapausa possibilitando uma estratégia de diminuição do risco de mortalidade.

Beck, (1963) constatou que ovos comuns ao serem colocados sobre umidade e uma temperatura constante de 26 °C eclodem em torno de 17 dias, mas ovos em diapausa mesmos expostos as mesmas condições favoráveis para o seu desenvolvimento não eclodem.

Outro fator que afeta na dinâmica populacional das cigarrinhas-das-pastagens é o tempo de desenvolvimento embrionário, tempo de vida das ninfas e adultos que varia para cada espécie. Em um estudo realizado por Rodríguez et al., (2002) com *Zulia carbonaria*, *Zulia pubescens* e *Zulia* sp, constatou-se que o tempo de desenvolvimento do embrião para *Z. carbonaria* é de 17,4 dias, *Z. pubescens* é de 14,3 e *Zulia* sp é de 14,6 dias, enquanto que a duração do estado ninfal é de 42,4 para *Z. carbonaria*, 38 para *Z. pubescens* e 42,7 para *Zulia* sp, e, a longevidade dos adultos está em torno de 19,6, 18,4 e 14,6 dias.

A longevidade desses insetos pode variar com o ambiente em que eles se encontram, como descrito por Grisoto et al., (2014) o alimento disponível afeta o seu desenvolvimento e por consequência a longevidade, onde grupos diferentes de *Mahanarva fimbriolata* ao se alimentarem de gramíneas diferentes obtiveram resultados significativos em sua longevidade, como *Urochloa brizantha* cv. Marandu teve uma média de longevidade de 10,2 dias de vida, *Saccharum officinarum* L cv. SP80-1842, 15,2 dias e *Setaria anceps* cv. 'Kazungula' 7,6 dias.

2.6 Controle de pragas

As cigarrinhas-das-pastagens desfrutam de grandes áreas de monoculturas contendo gramíneas (Poaceae) para sua alimentação. Este ambiente favorece uma baixa densidade populacional de inimigos naturais e estes dois fatores favoreceram o seu crescimento populacional tornando este grupo de insetos como uma das principais pragas agrícolas das gramíneas (Melo et al., 1984). Ainda há inimigos naturais como insetos predadores, parasitoides e fungos patogênicos que ajudam a controlar essas pragas nos cultivares. Atualmente uma das formas mais viáveis de se controlar as cigarrinhas-das-pastagens é a utilização de fungos entomopatogênicos, sendo que os mais utilizados e conhecidos são os pertencentes ao gênero *Metarhizium*, sendo amplamente estudado e utilizado como controle biológico (Loureiro et al., 2005; Macedo; Alves; Vieira, 2006; Iwanicki et al., 2019; Pitta et al., 2019).

No Brasil pode ser encontrada várias espécies do fungo *Metarhizium* dentre elas estão as espécies: *M. anisopliae*, *M. acridum*, *M. majus*, *M. flavoviride*, *M. brunneum*, *M. pingshaense*, *M. robertsii*, *M. lepidiotae*, *M. pemphigi*, *M. blattodeae*, *M. rileyi*, *M. alvesiie* e *M. brazilienseforam* (Iwanicki et al., 2019). A Aplicação deste fungo para o controle de diversas pragas tem se mostrado eficiente, com experimentos em campo demonstrando uma eficiência de até 94,19% no controle de ninfas e cigarrinhas adultas (Teixeira & Sá, 2010).

Além do *Metarhizium* há estudos que demonstram a eficiência de outros gêneros de fungos patogênicos encontrados nos solos como gênero *Pandora* que possui relato de infecção em cigarrinhas-das-pastagens: *Deois (Deois) mourei*, *D. (D.) knoblauchii*, *Isozulia christenseni* e *Notozulia entreriana* (Foieri; Pedrini; Tolrdo, 2018).

Além dos fungos entomopatogênicos há alguns inimigos naturais relatados na literatura como *Pachycondyla obscuricornis* uma espécie de formiga predadora que se alimenta de ninfas nos períodos de infestação, podendo ter 93,8% de suas presas capturadas, as ninfas de cigarrinhas durante este período (Sujii et al., 2004). Outros gêneros de formigas predadoras também são relatados como agentes importantes para o controle desses insetos em plantações como os gêneros *Solenopsis* e *Pheidole* (Saad et al., 2017).

Insetos pertencentes a ordem Diptera também foram estudados como potenciais inimigos naturais ao serem utilizados no controle biológico devido a ampla ocorrência de espécies predadoras e parasitoides encontradas em pastagens e canaviais. Uma das espécies de moscas predadoras de cigarrinhas é *Porasilus barbiellinii* curran, 1934 (Bueno, 1984). *Salpingoqaster nigra* é uma das espécies de Diptera, predadora mais bem-sucedida no controle de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens, pois os adultos põem seus ovos nas espumas produzidas pelas ninfas (Veríssimo et al., 2018). Em média essa mosca pode se alimentar de 14 cigarrinhas, mas alguns autores afirmam que elas podem se alimentar durante toda a sua fase larval de até 40 ninfas (Marques, 1988).

Outro agente responsável pelo controle desses insetos é o Microhimenóptero *Anagrus urichi* Pickles, que oviposita os seus ovos em ovos de cigarrinhas-das-pastagens deixando os ovos estéril, emergindo no final do processo embrionário apenas os descendentes de *A. urichi* (Valério & Oliveira, 2005).

3 OBJETIVO GERAL

Este projeto busca descobrir se a uma diferença significativa na capacidade de injúria de dois gêneros de cigarrinhas-das-pastagens, *Mahanarva* e *Notozulia* que coexistem em uma mesma localidade e em diferentes cultivares de *Urochloa*, afim de contribuir com o conhecimento científico.

3.1 Objetivos Específicos

O objetivo do primeiro experimento busca compreender a dinâmica populacional das cigarrinhas nos diferentes cultivares e analisar se ocorre redução da cobertura vegetal nos locais em que esses insetos ocorrem.

Já o objetivo do segundo experimento busca por meio de um experimento laboratorial realizar diferentes níveis de infestações em cultivares de *Urochloa ruziziensis* com 3 grupos distintos, *Mahanarva*, *Notozula* e Mista pra descobrir qual grupo possui a maior capacidade de injúria.

HIPÓTESE

- 1º) Existe diferença significativa na capacidade de injúria das cigarrinhas do gênero *Mahanarva* em relação a *Notozulia*.
- 2º) Cultivares expostos a forrageamento de cigarrinhas possuem perda de massa seca significativo.

CAPÍTULO I: Intensidade e tipos de injúrias causado às gramíneas por *Mahanarva* spp. e *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae).

5 INTRODUÇÃO

A pecuária é vital para a economia de muitos países em desenvolvimento, representando mais da metade de toda a produção agrícola e econômica mundial, sendo uma fonte de emprego e alimentos (Upton, 2004). Este mercado está presente na economia do Brasil sendo o segundo maior em produção e exportação de carne bovina e o quinto em produção de leite (Alvarenga, et al., 2017). A maior parte do sistema de produção de carne bovina brasileira é realizada com o uso de pastagem (Dias-Filho, 2014). Este modo de produção vem sofrendo com ataques de pragas, que diminui a produtividade das pastagens sendo a principal praga as cigarrinhas-das-pastagens insetos pertencentes a ordem Hemiptera da família Cercopidae. São insetos que possuem o aparelho bucal do tipo sugador, alimentando-se da seiva de plantas, principalmente gramíneas, como *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa humidicola*.

Entre os diferentes gêneros de cigarrinhas que compõem a família Cercopidae há uma preferência alimentar distinta entre os gêneros *Mahanarva* e *Aeneolamia* que são encontrados em cultivares de *Saccharum officinarum* L, enquanto que *Deois* e *Notozulia* são mais comuns em cultivares de *Urochloa*. Esse comportamento alimentar pode não ser percebido em locais em que essas cultivares são próximas, pois ocorre uma migração constante desses insetos entre as diferentes cultivares.

As espécies de cigarrinhas mais comumente no Brasil são *Aethalion reticulatum*, *Deois flavopicta*, *Deois incompleta*, *Deois schach*, *Mahanarva fimbriolata*, *Notozulia entreriana* (Bernardo et al., 2003; Castro et al., 2007).

Esses insetos podem ser encontrados solo próximas as raízes ou caule das plantas envoltas de uma espuma branca que elas mesmas produzem quando estão na fase de ninfas. Esta espuma tem como função manter a temperatura numa faixa ideal que favoreça o seu desenvolvimento (Tonelli et al., 2018) mantendo a umidade do ambiente, e evitando a perda de água, além de proteger contra inimigos naturais como predadores, patógenos e parasitoides (Batista et al., 2010).

As cigarrinhas-das-pastagens ocorrência em regiões mais quentes do Brasil, onde a umidade e as temperaturas mais elevadas favorecem o seu desenvolvimento, sendo que a

temperatura mais favorável estão entre 24 °C e 28 °C, temperaturas extremas abaixo de 16 °C e acima de 32 °C acaba afetando negativamente seu desenvolvimento (Fonseca et al., 2016).

No início das estações chuvosas entre os meses de outubro e maio, ocorrem picos populacionais desses insetos pois, no período de pouca umidade elas se encontram em diapausa (Pires; Price; Oliveira, 2000), dando início ao crescimento populacional justamente quando o gado mais precisa do pasto, na época em que começam as chuvas e tem início a brotação das gramíneas (Castro et al., 2007).

Durante todo o ciclo de vida das cigarrinhas elas se alimentam do xilema das gramíneas, e quando atingem a fase adulta apresentam o maior potencial de dano as plantas, pois nessa fase elas injetam toxinas presentes na saliva, que causam fitotoxicidade nas folhas, prejudicando a atividade fotossintética, causando lesões necróticas que se espalham longitudinalmente até o ápice das folhas (Lohmann; Pietrowski; Bressan, 2010).

O dano causado pelas altas infestações de cigarrinhas-das-pastagens também pode afetar o sistema produtivo de gado de corte diminuindo até 54%, aumentando por consequência o preço de produção e o preço do produto derivados como carne e leite (Holmann; Peck, 2002).

Este trabalho buscou analisar a capacidade de injúria dos gêneros *Mahanarva* e *Notozulia* visando a capacidade que esses insetos possuem em reduzir a cobertura vegetal e estudar a ocorrência nas diferentes cultivares de *Urochloa*.

6 MÉTODOLOGIA

6.1 Bioensaio no campo

Os experimentos deram início em maio de 2021 e finalizaram em maio de 2022, os trabalhos foram realizados nas dependências do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) campus de Nova Andradina, local este que apresenta uma divisa com plantações de *Saccharum officinarum* L e possui uma área de preservação florestal.

Para avaliar a dinâmica populacional das cigarrinhas-das-pastagens e a injúria causada por elas nos cultivares presentes, foram selecionadas 4 áreas para a coleta dos insetos e

amostragem das gramíneas, sendo elas: (Área 1: Latitude 22°4'45.65"S e Longitude 53°27'57.11"O; Área 2: Latitude 22° 4'34.20"S e Longitude 53°27'25.55"O; Área 3: Latitude 22° 4'55.94"S e Longitude 53°28'4.74"O; e Área 4: Latitude 22° 4'57.17"S e Longitude 53°28'5.62"O). Cada local apresenta um tipo de cultivar sendo eles: *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés presentes na área 1 e 4, *Brachiaria brizantha* cv. paiaguás na área 2, e *Brachiaria decumbens* na área 3.

Em abril de 2021 um mês antes de dar início a coleta de dados do campo foi colocado em cada local de amostragem uma única gaiola de madeira com as dimensões de 50 x 50 cm revestidas de voil, para isolar os cultivares presentes nestas gaiolas de sofrerem quaisquer injúrias das cigarrinhas-das-pastagem (Figura 1).

Figura 1: Gaiola de madeira revestida de voil em pastagem de *Urochloa*.



Figura 1: Gaiola de madeira 50 x 50cm, revestida de voil que mantém uma amostra de *Urochloa* isolada das cigarrinhas para evitar o forrageamento, preservando esta amostra para servir de grupo controle. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

Após um período de 30 dias com as gaiolas de madeira nos locais de amostragem isolando o grupo controle dos insetos, deu-se início a coleta de dados no mês de maio de 2021, para isto foi estabelecido uma frequência de aproximadamente 15 dias para o retornar a amostrar as gramíneas e insetos do campo, num período de um ano. As amostras de gramíneas foram coletadas a partir de 3 transectos com aproximadamente 20 m de comprimento cada com uma distância de 15 m de um para o outro. Em cada transecto repetiu-se o processo de arremessar um quadrado de 50 x 50 cm (Figura 2) para delimitar a área de amostragem do material vegetal e contagem e amostragem das ninfas. Em cada transecto teve um total de 10 arremessos em um padrão de zigue-zague, totalizando 30 amostras de gramíneas que foram expostas a forrageamento, ao final deste processo foi retirado uma amostra das gramíneas pertencente ao grupo controle que se manteve isolada dos insetos dentro da caixa de voil.

Figura 2: Quadrado medindo usado para delineamento da área de amostragem de ninfas e gramíneas.



Figura 2: Área amostrada com quadrado medindo 50 x 50cm para contabilizar o número de ninfas e coletar as amostras de pasto. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

Ao final deste processo dava-se início a coleta dos insetos adultos naquela área, com o auxílio de uma rede de varredura de 30 cm de diâmetro, durante o período de 1h os insetos eram coletados e armazenados em um saco plástico (Figura 3) e juntamente com as ninfas eram transportados para uma estufa onde ocorria o processo de triagem desses insetos.

Figura 3: Cigarrinhas capturadas durante a coleta.



Figura 3: Saco plástico usado para a coleta de insetos adultos, afim de mantê-los retidos até o final da coleta. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

O processo de triagem consistiu em preencher o saco plástico que continha os insetos com água, devido o comportamento de locomoção desses insetos serem os saltos e voo a água incapacita eles de realizarem esses dois movimentos pois no liquido não há uma superfície sólida de apoio para os saltos e com as asas molhadas elas se tornam pesadas e ineficientes para essa ação. Com essa metodologia foi possível coletar os insetos com as mãos e colocá-los em 2 gaiolas de madeira (Figura 4) revestidas de voil com as dimensões de 50 x 75 cm, contendo

uma bandeja de plástico em cada gaiola onde estava plantada *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. O objetivo dessas gaiolas foi manter separadas as cigarrinhas pelos seus respectivos gêneros *Mahanarva* e *Notozulia*, além de servir como local para a procriação desses insetos onde seriam usados a primeira geração da prole para o experimento laboratorial.

Já as ninfas amostradas foram colocadas em um vaso plástico de 18 cm de diâmetro contendo *U. brizantha*, este vaso possuía duas varetas uma em cada extremidade para servir de suporte a o voil que revestia o vaso, conforme os insetos tornavam-se adulto era possível a identificação do seu gênero, então eles eram separados e utilizados no experimento laboratorial.

Após a triagem dos insetos, as amostras de pasto eram transportadas para o laboratório de biologia onde com o auxílio de uma balança de precisão o material era pesado e anotado o valor da massa úmida, ao finalizar a pesagem de todas as amostras o material era colocado em uma estufa por 72h na temperatura de 50 °C, ao final das 72h na estufa o material era repesado para anotar o valor da massa seca.

Figura 4: Gaiolas para criação dos insetos.



Figura 4: Gaiolas de madeiras 50 x 75cm, revestidas de voil para separar os gêneros de cigarrinhas para reprodução dos exemplares coletados no campo. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

6.2 Bioensaio de Laboratório

Para o experimento realizado na casa de vegetação foram necessários 65 vasos plásticos de 18 cm² e em cada vaso foi plantado sementes de *Brachiaria ruziziensis*. Após a germinação das sementes e o aparecimento de todos os brotos nos vasos foi adicionado uma dosagem de 2g de NPK com a concentração de 8-28-16 (Figura 5).

Antes de iniciar o processo de infestação as plantas foram podadas a fim de que todas possuíssem ao início das infestações a altura de 15 cm e em seguida em cada vaso foi adicionado 2 varetas em cada extremidade e os vasos foram cobertos por voil.

Em seguida os vasos foram separados em três grupos: *Mahanarva*, *Notozulia* e Mista, cada grupo foi submetido a 5 níveis de infestações: zero, 4, 8, 12 e 16 cigarrinhas por vasos, num total de 5 repetições para cada grupo.

Figura 5: Plantas usadas para o experimento laboratorial.



Figura 5: Vasos contendo a *Urochloa ruziziensis* antes da aplicação do NPK que foram utilizados para a infestação com os adultos de cigarrinhas. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

O experimento foi fracionado em partes devido a poucas cigarrinhas disponíveis, onde a primeira etapa iniciou com as infestações de 4 e 8 cigarrinhas de ambos os grupos.

A segunda etapa iniciou com as infestações de 12 e 16 cigarrinhas para cada grupo e ao final de cada etapa do experimento que durava um período de 7 dias, as amostras de plantas que foram expostas às infestações foram transportadas para o laboratório de Biologia, onde foram obtidos os valores da massa úmida, com o auxílio de uma balança de precisão e após a pesagem deste material ele era colocado em sacos de papel devidamente identificado e colocados em uma estufa a 50 C durante 72h, ao final deste período o material era repesado para obter o valor da massa seca.

As cigarrinhas utilizadas nesta parte do experimento foram oriundas da prole que nasceram em cativeiro, sendo usada a primeira geração desses insetos. As ninfas que foram amostradas em campo e que em cativeiro se tornaram adultas também foram utilizadas.

6.4 Estatística

Os dados que foram submetidos à análise estatística utilizando o programa Bioestat 5.0, com os dados relacionados a MU e MS das amostras de cultivares no campo, foi realizado os gráficos blot spot para comparar os valores das médias entre os grupos expostos a o forrageamento e o grupo controle. Foi realizada análise de variância (ANOVA) para analisar se há uma diferença significativa entre os grupos de infestação *Mahanarva*, *Notozulia* e Mista, além dos gráficos gerados para demonstrar a dinâmica populacional nos diferentes locais.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Resultado obtidos no campo

Os gêneros de cigarrinhas-das-pastagens que foram amostrados com uma predominância maior nos cultivares de *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás foram *Notozulia entreriana* (Figura 6) enquanto que em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés foram amostradas espécies de *Mahanarva* spp (Figura 7).

Figura 6: Exemplos de *Notozulia entreriana*.



Figura 6: *Notozulia entreriana* com seus diferentes padrões de coloração encontrados no cultivar de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Figura 7: Exemplos de *Mahanarva* spp.



Figura 7: *Mahanarva* spp encontradas no cultivar de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

Na safra 2021 houve um período de estiagem muito severa, que iniciou no mês de junho/21 e terminou em setembro/21, os valores das amostras populacionais das cigarrinhas-das-pastagens foram próximos de zero, independentemente do local da amostra (Figuras 8 a 11). Este baixo número de adultos e ninfas deste período é evidenciado em outros trabalhos, que demonstraram um declínio na população de ninfas e adultos durante este período do ano chegando a zero o número de indivíduos amostrados (Fontes; Pires; Sujii, 1995; Castro; Morales; Peck, 2005; Lohmann; Pietrowski; Bressan, 2010).

Embora a população de adultos tenha diminuído no período da seca, ela ainda se manteve presente em algumas amostras indicando certa atividade (Figura 8 e Figura 10), nos cultivares de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés área 1 e *Urochloa decumbens* área 3. Após o período de seca ambos os cultivares apresentaram um aumento no número de cigarrinhas amostradas, resultado que se assemelha aos demais trabalhos presentes na literatura, embora possua um número total de indivíduos amostrados menor (Fontes; Pires; Sujii, 1995; Lohmann; Pietrowski; Bressan, 2010).

Os cultivares onde foram amostrados um maior número de cigarrinhas foram *U. brizantha* cv. Xaraés nas áreas 1 e 4 (Figura 8 e Figura 11), nestes cultivares houve uma predominância das cigarrinhas do gênero *Mahanarva*, diferente dos demais locais que demonstraram uma predominância pelas *Notozulia entreriana*. A área 3 do cultivar *U. decumbens* apresentou a maior diversidade possuindo ambos os gêneros de cigarrinhas (Figura 10) embora apresente uma predominância de *N. entreriana*, já a área 2 do cultivar *U. brizantha* cv. Paiaguás apresenta pouca diversidade tendo sido amostrado em quase toda a sua totalidade *N. entreriana*.

Segundo Auad et al. (2011), a diminuição da população de cigarrinhas no inverno e, em alguns casos, o desaparecimento total da população, deve-se ao processo de diapausa, que consiste na oviposição de ovos durante o verão, mas que possui seu processo embrionário suspenso até o próximo período de chuvas. Isso explica a diminuição da população de cigarrinhas durante este período do ano.

Figura 8: Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 1.

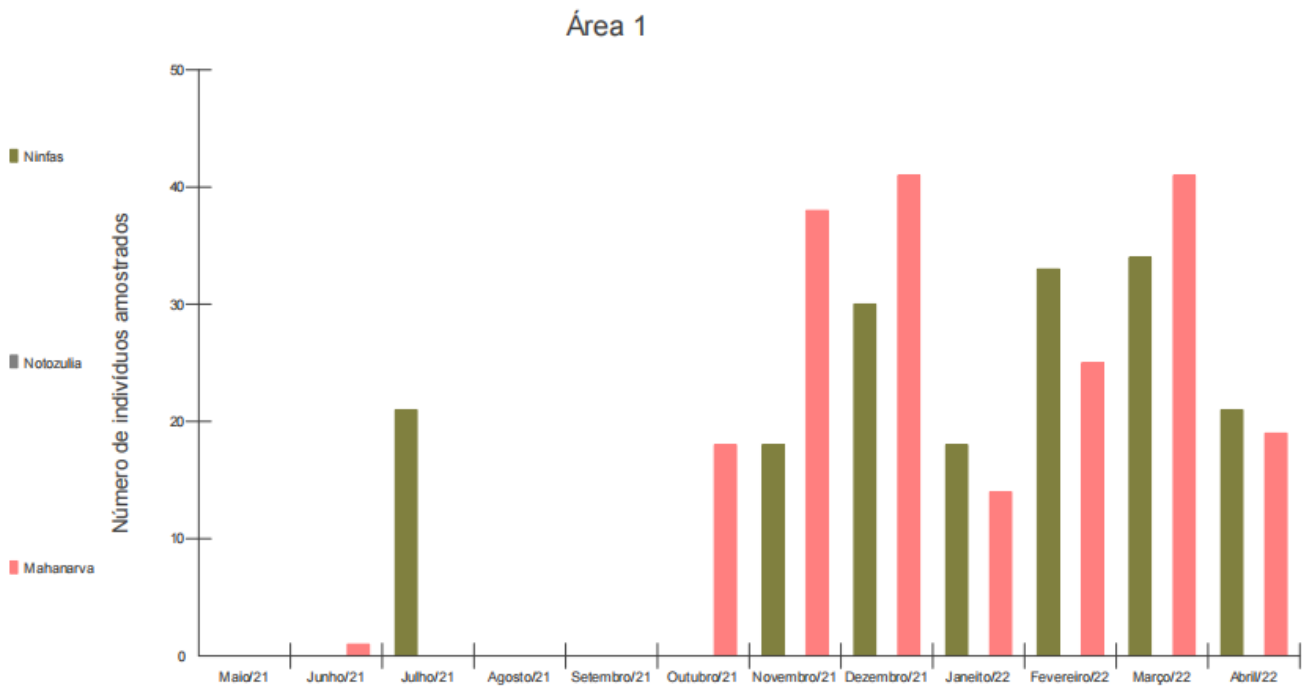


Figura 8: Dinâmica populacional das cigarrinhas, do mês de maio de 2021 a abril de 2022, localizadas na área 1 cultivar *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Figura 9: Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 2.

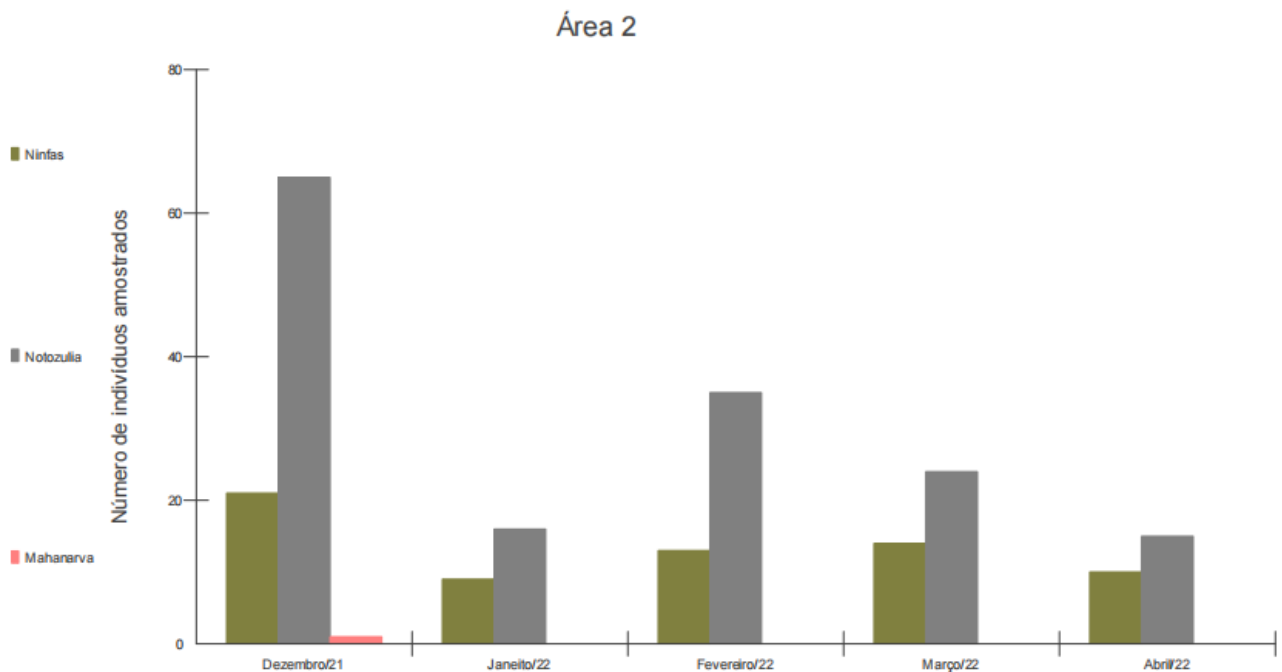


Figura 9: Dinâmica das cigarrinhas do mês de dezembro de 2021 a abril de 2022, localizado na área 2 cultivar *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Figura 10: Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 3.

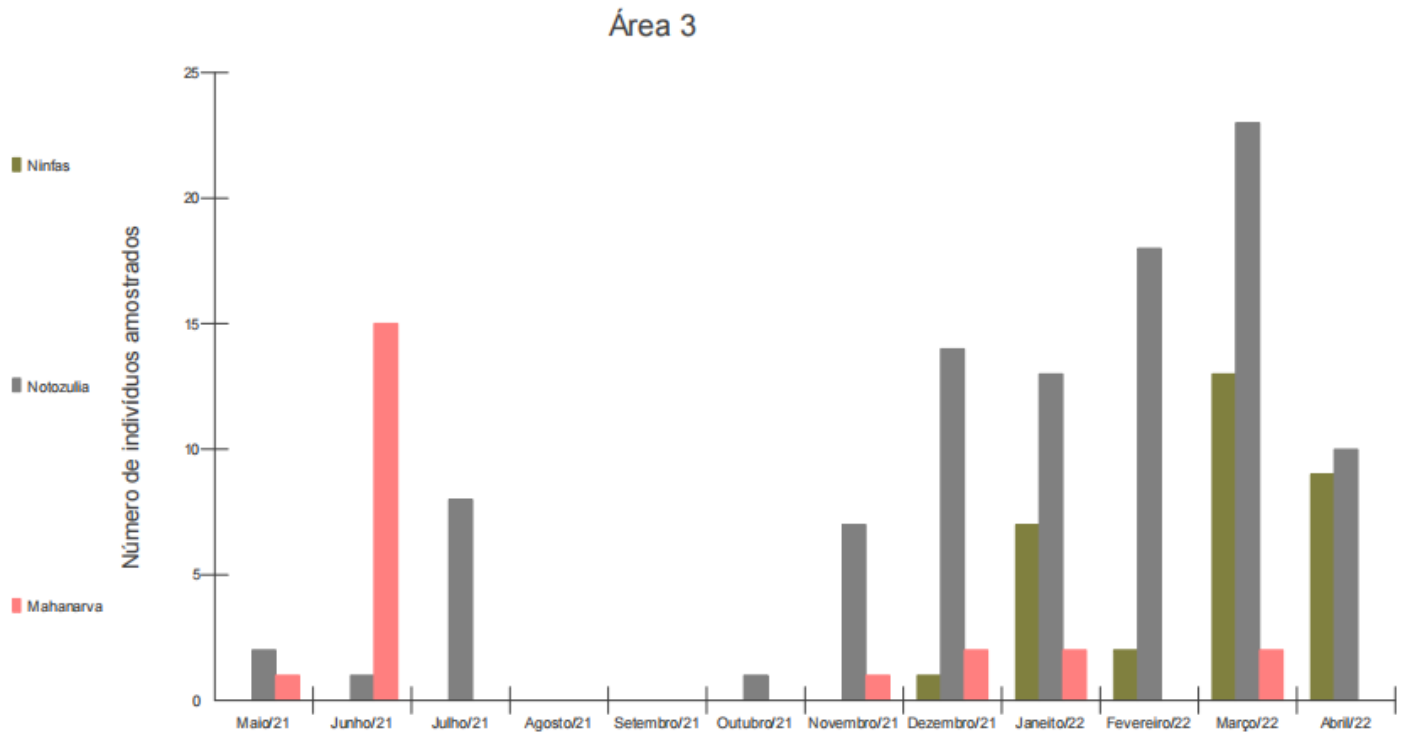


Figura 10: Dinâmica das cigarrinhas de maio de 2021 a abril de 2022, localizada na área 3 cultivar *Urochloa decumbens*. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Figura 11: Gráfico da dinâmica populacional das cigarrinhas referente a área 4.

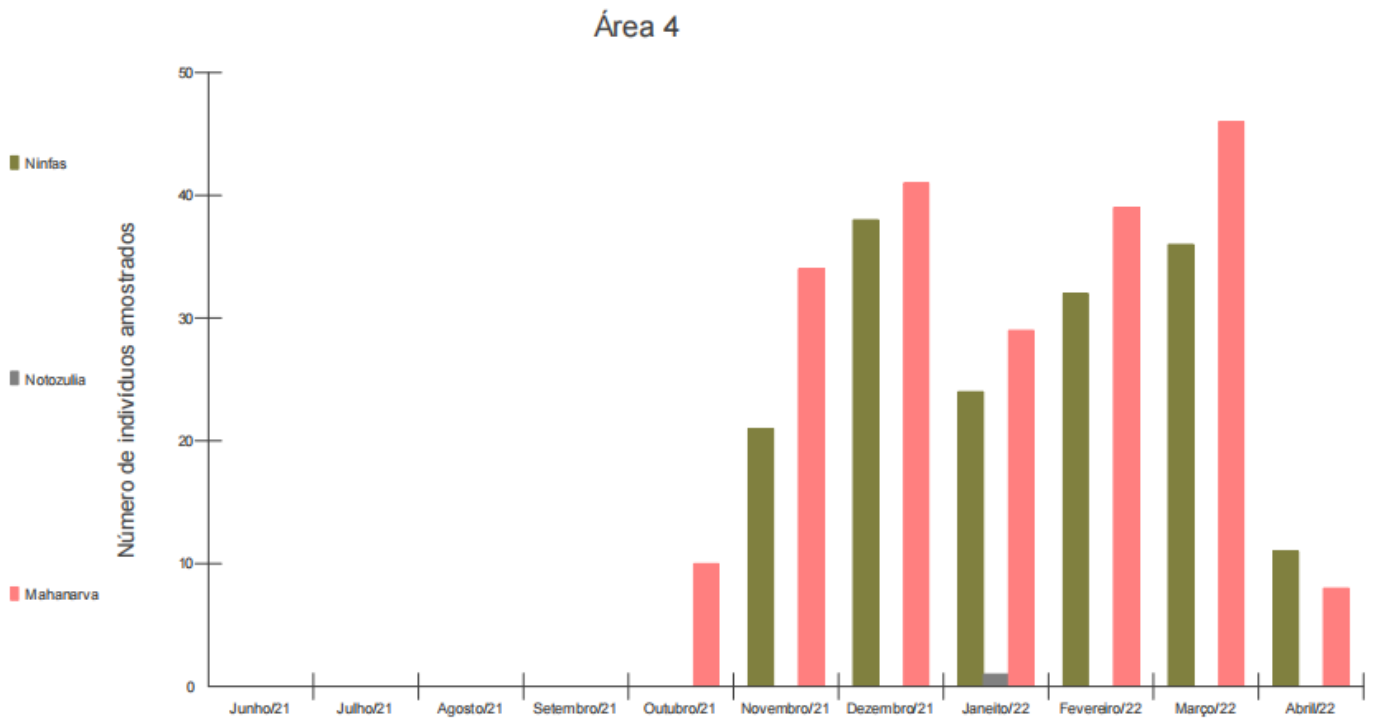


Figura 11: Dinâmica das populações de junho de 2021 a abril de 2022, localizadas na área 4 cultivar *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

No mês de julho/21 ocorreram geadas que duraram três semanas. Este fenômeno climático afetou a pequena população presente naquela região, levando a zero o número de indivíduos amostrado nos meses posteriores. Após a geada a cobertura vegetal foi reduzida causando a queima do pasto, sobrando apenas pequenos brotos de gramíneas para os organismos presentes se alimentarem (Figura 12).

Devido à falta de água disponível no solo, o pasto teve uma recuperação lenta, tendo sua cobertura sido restaurada após as chuvas que ocorreram em outubro (Figura 13). Após o início das chuvas, ocorreu uma recuperação na população de cigarrinhas-das-pastagens, mas embora a população tenha se reestabelecido nos locais, foi notado um baixo número de indivíduos comparados com os demais trabalhos presentes na literatura. Um fator que pode ter colaborado para isto foi a presença de uma ampla diversidade de artrópodes predadores como Scolopendrida, Formicidae, Mantoididae e Araneae que estiveram presentes nestes cultivares.

Ao início das chuvas, que se deu no mês de outubro/21, a população de cigarrinhas-das-pastagens reapareceu nos locais de amostragem, indicando que, embora as geadas tenham afetado a população de ninfas e adultos, os indivíduos que se encontravam como ovos em diapausa não sofreram os mesmos danos.

Um fenômeno que foi observado nos períodos de ocorrência dos insetos foi a preferência de cada gênero por determinada espécie de gramínea, sendo *Mahanarva* spp constantemente encontradas em cultivares de Xaraés. Segundo Valle et al. (2004) Xaraés apresenta tolerância para as cigarrinhas dos gêneros *Deois* e *Notozulia*, mas demonstra suscetibilidade a *Mahanarva* spp, isto pode explicar a ausência de *N. entreriana* nestes cultivares e uma diversidade de

Figura 12: Fotos da geada de 2021.



Figura 12: Efeito da geada que ocorreu em julho de 2021. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

Figura 13: Foto da recuperação da geada em 2021.



Figura 13: Recuperação das gramíneas após a geada, já recuperada no mês de outubro de 2021 onde ocorreu as primeiras chuvas. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2021).

espécies de *Mahanarva* nestes cultivares. Já o cultivar *U. decumbens* embora tenha sido amostrado exemplares de *Mahanarva* ocorreu uma predominância de *N. entreriana*, isto pode ter ocorrido devido a sua proximidade com cultivar Xaraés que ocasionou uma imigração de *Notozulia* para este cultivar que apresenta uma tolerância, para este gênero.

Os fatores de antibiose e tolerância das gramíneas pode ter sido o principal fator para que o gênero *Mahanarva* fosse mais amostrado em Xaraés e *Notozulia* em *U. decumbens*, visto que alguns trabalhos vêm demonstrando que os diferentes cultivares apresentam tolerâncias diferentes às diferentes espécies de cigarrinhas (Cardona et al., 2010; Aguirre et al., 2013; Dinardo-Miranda et al., 2014; Dinardo-Miranda et al., 2016; Grisoto et al., 2018;). Essas diferenças afetam diretamente o metabolismo do inseto forçando-o a buscarem cultivares menos resistentes. Já a predominância de *N. entreriana* em *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás é resultado do isolamento da área 2 das demais, visto que este local se encontra rodeado por uma mata impossibilitando que as cigarrinhas presentes nos canaviais ou pastagens migrem para esta localidade. Esses insetos possuem um comportamento migratório pouco ativo, permanecem parados a maior parte do tempo e se locomovendo, quando perturbados, por pequenos saltos de até um metro ou voos curtos que no máximo podem chegar até 3 km, preferindo se locomover em lugares abertos como as pastagens, sendo as matas um obstáculo para esses insetos (Sujii; Garcia; Fontes., 2000).

Embora *Mahanarva* apresente uma menor frequência nos locais com capim Paiaguás e *U. decumbens*, sua abundância é maior comparado com todas as amostras em relação a *Notozulia*, mesmo que esses cultivares apresentem suscetibilidade a *Mahanarva* (Grisoto et al, 2018). *Mahanarva* apresenta 62,41% de todas as cigarrinhas adultas amostradas, sendo que *Notozulia* apresentou apenas apenas 37,59%. Outra característica observada foi um número maior de ninfas amostradas nos cultivares Xaraés, e uma baixa densidade populacional amostrada (Tabela 1), quando comparado aos demais trabalhos presentes na literatura (Aquad et al., 2009; Ribeiro & Cazarotto 2018; Filho et al., 2019; Sousa et al., 2021).

Tabela 1: Amostragem total dos indivíduos de cigarrinhas durante os anos de 2021 e 2022.

Cultivares	Amostra populacional			Total
	Ninfas	<i>Notozulia</i>	<i>Mahanarva</i>	
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	175	0	197	372
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Paiaguás	67	155	1	223
<i>Urochloa decumbens</i>	37	100	23	160
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	162	1	204	367

Alguns outros fatores podem ter colaborados para os resultados obtidos além da antibiose e tolerância das plantas e fatores climáticos, como predação por artrópodes e limitações da metodologia de amostragem.

7.2 Amostra vegetal

Os resultados obtidos a partir da média das amostras de massa seca e úmida das braquiárias em campo demonstraram uma diferença significativa comparada com o grupo controle, exceto na área 4 (Figura 14). Este resultado pode indicar uma pequena influência das ações das cigarrinhas sobre as pastagens, visto que o grupo controle obteve um valor da mediana e de máxima superior às das gramíneas exposta aos insetos, indicando uma menor perda de água e massa.

Dentre os resultados obtidos, os valores da área 2 se destacaram tendo a média da área exposta inferior ao grupo controle. Isso pode ter ocorrido devido ao isolamento deste local pela

mata evitando a dispersão dos insetos para além deste local. Também, o fato dessa área ser a menor de todas pode ter levado várias cigarrinhas a forragear da mesma planta, causando uma perda de água maior e por consequência um crescimento menor. Outro fator que pode ter influenciado é a suscetibilidade deste cultivar comparada com as demais, fazendo com que essas plantas sintam maior estresse do que as demais braquiárias. Já na área 4 observou-se valores da mediana do grupo exposto ao inseto superior ao do grupo controle, indicando que na área 4 não houve uma diferença significativa na perda de massa entre o grupo controle e o grupo exposto a forrageamento, isto pode ter ocorrido por uma recuperação menor do pasto presente na gaiola da área 4 comparada com sua área de forrageamento.

Figura 14: Gráficos plot plot referente aos valores da massa seca e úmida dos locais de amostragem.

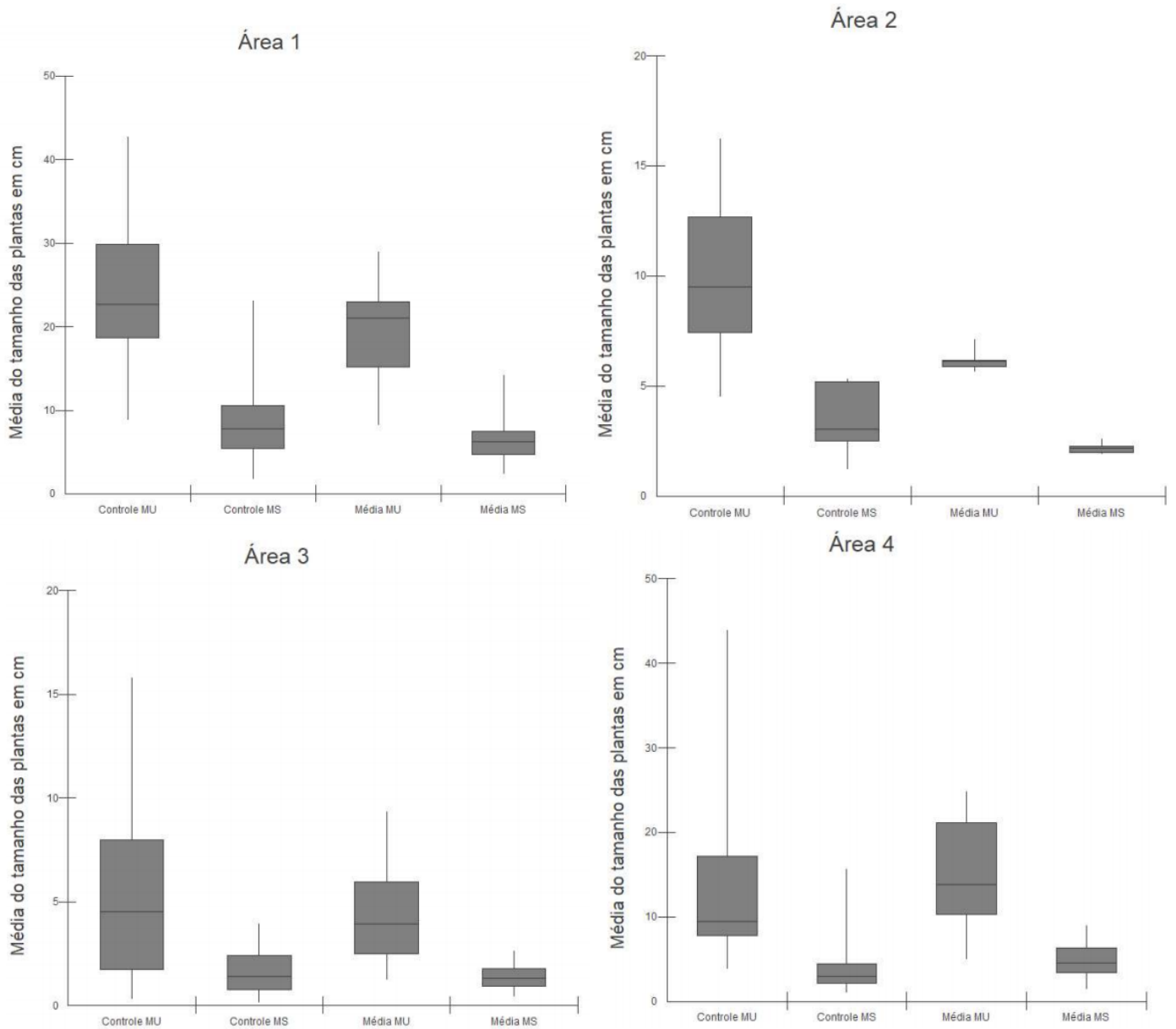


Figura 14: Valor da massa úmida: MU e valor da massa seca: MS. Grupo controle da área 1, 2 e 3 apresentaram maiores médias do valor de MU e MS com exceção da área 4 que demonstrou valores do controle menores comparado a média do grupo forrageado. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Os resultados obtidos pela perda de massa nas áreas de forrageamento comparado com o grupo controle está de acordo com a literatura, pois experimentos realizados por outros autores demonstram que cultivares expostos a forrageamento tendem a ter valor nutricional reduzido e dependendo no nível de infestação a perda de forrageamento pode chegar até 80% (Valério & Nakano, 1988).

Outro fator a ser observado são os valores da máxima e mínima da massa úmida que se mostraram significativamente diferentes quando comparados ao controle. Esse resultado pode ter sido ocasionado devido a alimentação destes insetos através dos vasos condutores do xilema presentes nas raízes e nas folhas ocasionando a perda de água das plantas, pois, dependendo do nível de infestação, esses insetos podem levar a planta a sofrer de déficit hídrico (Guimarães et al. 2008).

Os resultados obtidos no cultivar Paiaguás foi significativamente menor quando comparado ao controle e com as demais cultivares. Alguns fatores podem ter influenciado este resultado como o local antes de iniciar o experimento ter sido usado para pastejo de carneiros ou pelo cultivar ser muito sucessível ao forrageamento de *N. entreciana*, (Valle et al., 2013).

A suscetibilidade é um fator genético que está presente em diversas espécies. Dentre os vários genótipos de *Urochloa*, há genótipos mais resistentes e mais suscetíveis, o que pode ser o caso do genótipo Paiaguás (Ferreira et al., 2019). Diversos trabalhos demonstram que plantas suscetíveis às cigarrinhas-das-pastagens acabam sofrendo as maiores lesões quando expostas a esses insetos, tendo uma perda de massa consideravelmente maior comparada a plantas resistentes. Além disso, plantas suscetíveis acabam expostas a uma infestação maior dessas pragas, o que reflete uma menor antibiose, propiciando uma longevidade maior para os adultos, uma fertilidade maior para as fêmeas e uma mortalidade menor para as ninfas, propiciando um ambiente ideal para altas infestações (Ferrufino & Lapione, 1989; Shortman et al., 2002; Soares et al. 2017).

7.3 Fase laboratorial

Os resultados obtidos da análise de variância (ANOVA) para os valores de massa úmida ($F= 1.1986$; $P= 0.3075$) não demonstraram diferenças significativas entre as amostras. Também, para massa seca não houve diferença significativa entre os grupos estudados ($F= 0.3161$; $P= 0.7346$).

Os resultados obtidos a partir dos diferentes níveis de infestações das cigarrinhas-das-pastagens demonstraram um declínio no valor da média, tanto de MU como de MS, conforme aumentava a infestação nas *Urochloa ruziziensis*. Os resultados obtidos da MU demonstram um declínio do valor da água presente nas plantas, conforme aumenta a infestação dos insetos

para ambos os gêneros. *Notozulia*, com infestações de 4 e 8 cigarrinhas por vasos, demonstrou menor MU, quando comparada a *Mahanarva*, mas, com infestações de 12 e 16, apresentou um declínio mais acentuado, resultando em uma perda maior que *Mahanarva* e se igualando a Mista (Figura 15).

Figura 15: Gráfico dos grupos de infestação *Mahanarva*, *Notozulia* e Mista referente a massa úmida.

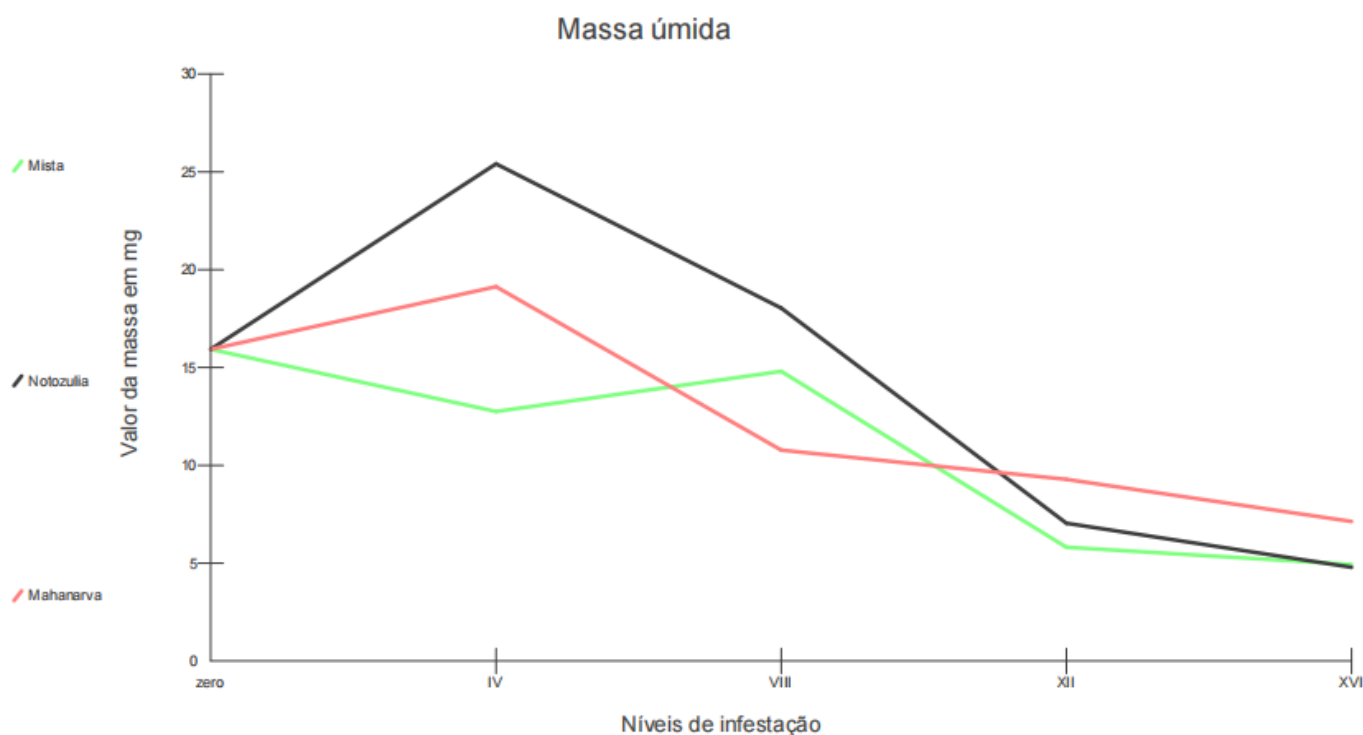


Figura 15: Valor da massa úmida conforme os diferentes níveis de infestação, Linha vermelha representando *Mahanarva* mantém-se separada das linhas verde representando grupo Mista e linha preta representando *Notozulia*. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2022).

Embora *Notolulia* tenha apresentado uma maior perda de MU que *Mahanarva*, nos resultados apresentados de MS ela demonstrou ser menos prejudicial às plantas que *Mahanarva*, pois resultou em uma perda de massa inferior em todos os níveis de infestação (Figura 16).

Mahanarva manteve uma perda de massa constante em todos os grupos de infestação, atingindo o menor valor no grupo de 16 cigarrinhas por vaso, ao contrário do que se observou com os dados de MU, Mista e *Notozulia* não atingiram médias maiores no grupo de 16 cigarrinhas por vaso, quando comparadas a *Mahanarva*, mas semelhante a MU, elas obtiveram

resultados semelhantes neste nível de infestação. O grupo Misto, que continha metade de cada gênero, só apresentou um valor menor da MU e MS nos grupos de 4 e 12 cigarrinhas, sendo que na MS, a média do grupo de 4 cigarrinhas foi muito próxima do valor de *Mahanarva*.

Figura 16: Gráfico dos grupos de infestação *Mahanarva*, *Notozulia* e Mista referente a massa seca.

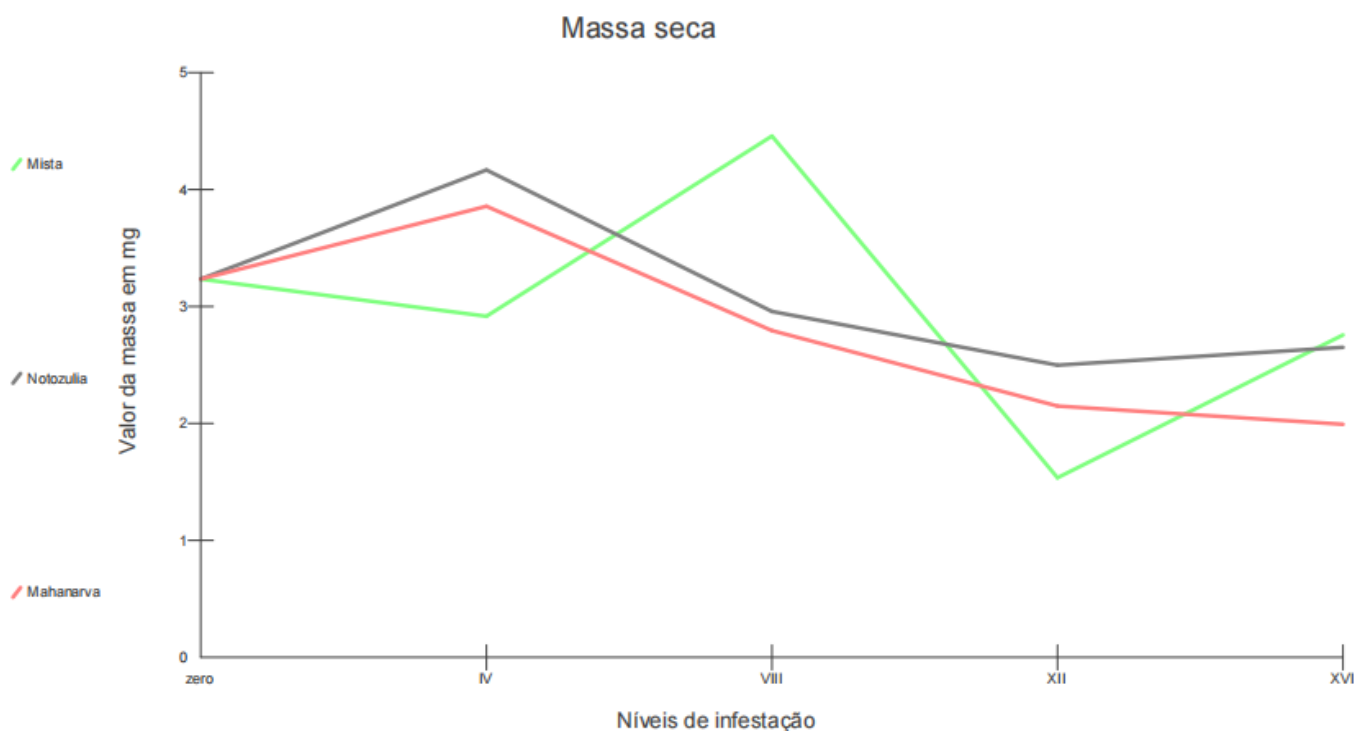


Figura 16: Valores obtido da massa seca nas diferentes infestações, Linha vermelha representando *Mahanarva* manteve-se em declínio obtendo o menor valor na infestação de 16 cigarrinhas enquanto o menor valor de *Notozulia* foi no de 12 cigarrinhas representada pela linha preta, Mista representada pela linha verde, possuiu o menor valor na infestação de 12 e manteve uma oscilação. Fonte: elaborado pelo próprio autor (2022).

Os resultados obtidos demonstram que cigarrinhas do gênero *Mahanarva* possui uma capacidade maior de injúrias nos cultivares de *U. ruzizensis*, quando comparadas a *N. entreriana* que, embora tenha obtido uma perda de água maior nos dois maiores grupos de infestação, apresentou valores na MS maiores que *Mahanarva*, indicando que as plantas expostas a este grupo perdem menos massa podem se desenvolver mais do que as que são expostas a *Mahanarva*.

Ambos os gêneros de cigarrinhas utilizados neste trabalho apresentam uma alta capacidade de injúrias às gramíneas, como as *U. decumbens*, *U. ruzizensis* e *U. brizantha*, (Sobrinho; Auad; lédo, 2010), mas *Mahanarva* apresentou a maior perda de MU nas infestações

mais altas indicando uma maior capacidade de perda de cobertura vegetal durante o seu forrageamento.

A diferença no desempenho entre os gêneros pode ter relação ao tamanho dos insetos, visto que as espécies de *N. entreriana* que apresentam tamanho significativamente menor em relação às espécies de *Mahanarva*, medindo um comprimento em torno de 0,7 mm, enquanto que a média de *M. spp.* são em torno de 12,0 mm. O tamanho pode variar dependendo da espécie e do sexo e da idade dos insetos (Paladini & Carvalho, 2007).

Outros fatores podem ter contribuído para este resultado como uma adaptabilidade maior de *Mahanarva* sobre *Notozulia* no cultivar de *U. ruziziensis*, fator este que já foi constatado em trabalhos anteriores (Alvarenga et al. 2017).

Resende et al. (2013) realizaram trabalho similar com *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) em cultivar de *U. ruziziensis* expostas aos mesmos valores de infestação praticados neste trabalho. Os dados obtidos indicam que o teor de clorofila presente nas folhas diminuiu conforme aumentava o valor da infestação, além de constatar uma perda da área foliar que variou de 25 a 50%. Já Resende et al. (2012), ao expor as plantas a infestações de 0, 12, 18 e 24 cigarrinhas e a um tempo mais prolongado de 5 a 10 dias, continuou a obter maiores danos na forragem, sendo que, mesmo quando exposta a menor infestação, o dano funcional às plantas chegou a mais de 75%, sendo que o valor que causou o maior dano foi a densidade de 12 cigarrinhas.

8 CONCLUSÕES

1º) *Mahanarva* apresenta maior risco aos cultivares de *Urochloa* em relação a *Notozulia* devido, uma maior abundância deste gênero e uma capacidade maior de causar injúrias nas gramíneas.

2º) Cultivares expostos a forrageamento sofrem uma perda de massa indicando um menor desenvolvimento.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, L. M. et al. Characterization of resistance to adult spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 4, p. 1871–1877, 2013.
- ALVARENGA, R. et al. Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) and their host plants: a strategy for pasture diversification. **Applied Entomology and Zoology**, v. 52, n. 4, p. 653–660, 2017.
- ALVES, R. T.; CARVALHO, G. S. Primeiro registro das espécies de cigarrinhas-da-raiz da Cana-de-açúcar *Mahanarva spectabilis* (Distant) e *Mahanarva liturata* (Le Peletier & Serville) atacando canaviais na região de Goianésia (GO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 83–85, 2014.
- AUAD, A. M. et al. Seasonal dynamics of egg diapause in *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) on elephant grass. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 325-330, 2011.
- AUAD, A. M. et al. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1077–1081, 2007.
- AUAD, A. M. et al. Flutuação populacional de cigarrinhas-das-pastagens em braquiária e capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1205-1208, 2009.
- BATISTA, E. et al. Aspectos do Comportamento da Cigarrinha-das-Pastagens *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) na Produção de Espuma. **Entomo Brasilis**, v. 3, n. 2, p. 25–28, 2010.
- BECK, E. W. Observations on the Biology and Cultural-Insecticidal Control of *Prosapia bicincta*, a Spittlebug, on Coastal Bermudagrass. **Journal of Economic Entomology**, v. 56, n. 6, p. 747–752, 1963.
- BERNARDO, E. R. DE A. et al. Espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) no meio-norte do Mato Grosso. **Ciência Rural**, p. 369–371, 2003.
- BODINO, N. et al. Phenology, Seasonal Abundance, and Host-Plant Association of Spittlebugs (Hemiptera: Aphrophoridae) in Vineyards of Northwestern Italy. **Insects**, v. 12, p. 1–23, 2021.

BUENO, V. H. P. **Ocorrência e Aspectos etológicos de *Dorasilus borbiellinii* curran, 1934 (Diptera, Asilidae) predador da cigarrinhas-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera, Cercopidae) em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf.** [s.l: s.n.].

CARDONA, C. et al. Antibiosis and tolerance to five species of spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: Implications for breeding for resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 635–645, 2004.

CARDONA, C. et al. Independence of Resistance in *Brachiaria* spp. to Nymphs or to Adult Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae): Implications for Breeding for Resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 5, p. 860-1865, 2010.

CASTRO, M. et al. Espécies adultas de cigarrinhas (HOMOPTERA: CERCOPIDAE) sobre *Brachiaria dictyoneura*, na região de Rondonópolis, MT. **Biodiversidade**, p. 45–51, 2007.

CASTRO, U.; MORALES, A.; PECK, D. C. Dinámica Poblacional y Fenología del Salivazo de los Pastos *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia, **Neotropical Entomology**, 2005.

CHEN, X. et al. The role of biofoam in shielding spittlebug nymphs (Insecta, Hemiptera, Cercopidae) against bright light. **Ecological Entomology**, v. 43, n. 3, p. 273–281, 2018.

CONGIO, G. F. S. et al. Spittlebug damage on tropical grass and its impact in pasture-based beef production systems. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2020.

CORNARA, D.; BOSCO, D.; FERERES, A. *Philaenus spumarius*: when an old acquaintance becomes a new threat to European agriculture. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 3, p. 957–972, 2018.

COSTA, A. C. F. DA; SAKAKIBARA, A. M. Reestruturação do gênero *Deois* Fennah; descrição de um novo gênero e de novas espécies (Homoptera, Cercopidae, Tomaspidinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 195–207, 2002.

DIAS-FILHO, M. U. (2014) Diagnosis of pastures in Brazil. Documents 402. EMBRAPA/CPATU, Belém. 2014.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Resistance of Sugarcane Cultivars to *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 1, p. 90–95, 2014.

- DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Resistance mechanisms of sugarcane cultivars to spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 2, p. 115–124, 2016.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; COELHO, Á. L.; FERREIRA, J. M. G. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), na qualidade e na produtividade da Cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p. 91–98, 2004.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Economic injury level for sugarcane caused by the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Scientia Agricola**, v. 65, n. 1, p. 16–24, 2008.
- FENNAH, R. G. XLIII.—New genera and species of neotropical Cercopoidea (Homoptera). **Annals and Magazine of Natural History**, v. 1, n. 9, p. 605–620, 1948.
- FENNAH, R. G. XXXII.—Revisionary notes on neotropical Monecphorine Cercopoidea (Homoptera). **Annals and Magazine of Natural History**, v. 6, n. 65, p. 337–360, 1953.
- FENNAH, R. G. Revisionary notes on the New World genera of cercopid froghoppers (Homoptera: Cercopoidea). II. **Bulletin of Entomological Research**, v. 69, n. 2, p. 267–273, 1968.
- FERREIRA, R. C. U. et al. Genetic Mapping With Allele Dosage Information in Tetraploid *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster Reveals Insights Into Spittlebug (*Notozulia entreriana* Berg) Resistance. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. 92, 2019.
- FERRUFINO, A.; LAPOINTE, S. L. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 51, p. 155–162, 1989.
- FIGUEREDO, L. et al. A Hybrid Artificial Intelligence Model for *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) Populations in Sugarcane Crops. **Journal of insect science (Online)**, v. 21, n. 2, p. 0–5, 2021.
- FOIERI, A.; PEDRINI, N.; TOLEDO, A. Natural occurrence of the entomopathogenic genus *Pandora* on spittlebug pests of crops and pastures in Argentina. **Journal of Applied Entomology**, v. 142, n. 3, p. 363–370, 2018.
- FONSECA, M. G. et al. How will *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) respond to global warming? **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, 2016.

- FONTES, E. G; PIRES, S. S.; SUJII, E. R. Mixed Risk-Spreading Strategies and the Population Dynamics of a Brazilian Pature Pest, *Deois favopcta* (Hemiptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 5, 1995.
- GARCIA, J. F. et al. Feeding site of the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 5, p. 555–557, 2007.
- GARCÍA, J. F. et al. Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 37, n. 1, p. 16–20, 2011.
- GRISOTO, E. et al. Biologia de *Mahanarva fimbriolata* em gramíneas forrageiras. **Ciencia Rural**, v. 44, n. 6, p. 1043–1049, 2014.
- GRISOTO, E. et al. Evaluation of forage grass resistance to *Mahanarva fimbriolata* (Stål). **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 107–115, 2018.
- GUIMARÃES, E. R. et al. Free proline accumulation in sugarcane under water restriction and spittlebug infestation. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 628–633, 2008.
- HERNÁNDEZ, L. M. et al. Geographic Distribution of Colombian Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) via Ecological Niche Modeling: A Prediction for the Main Tropical Forages' Pest in the Neotropics. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, n. November, p. 1–17, 2021.
- HOLMANN, F.; PECK, D. C. Economic damage caused by spittlebugs (homoptera: cercopidae) in Colombia: A first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 275–284, 2002.
- IWANICKI, N. S. et al. Monitoring of the field application of *Metarhizium anisopliae* in Brazil revealed high molecular diversity of *Metarhizium* spp in insects, soil and sugarcane roots. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.
- LEITE, M. V. et al. Do salicylic acid, nitric oxide and feeding by *Mahanarva spectabilis* nymphs induce a resistance response in elephant grass? **Experimental Agriculture**, v. 50, n. 4, p. 498–504, 2014.
- LOHMANN, T. R.; PIETROWSKI, V.; BRESSAN, D. F. Flutuação populacional de cigarrinhas-das-pastagens na Região Oeste do Paraná. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1291–1298, 2010.

LÓPEZ, F. et al. Screening for resistance to adult spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) in *Brachiaria* spp.: Methods and categories of resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1309–1316, 2009.

LOUREIRO, E. DE S. et al. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sorok. contra a cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 791–798, 2005.

MACEDO, D.; ALVES, S. U.; VIEIRA, S. A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. a *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) Screening of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. strains against *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) Hemiptera. p. 47–52, 2006.

MARQUES, I. M. R. Distribuição de *Salpingogaster nigra* schiner, 1868 (Diptera: Syrphidae) predador específico de ninfas de cigarrinhas da raiz, (Homopter, Cercopidae) em algumas regiões do Brasil. p. 1–8, 1988.

MELO, L. A. S. et al. Influência de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 9–19, 1984.

NUNES, P. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Ultrastructural study of the salivary glands of the sugarcane spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Euhemiptera: Cercopidae). **Micron**, v. 37, n. 1, p. 57–66, 2006.

PALADINI, A. et al. New World spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae: Ischnorhininae): dated molecular phylogeny, classification, and evolution of aposematic coloration. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 120, p. 321–334, 2018.

PALADINI, A. et al. Phylogeny and biogeography of Neotropical spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae: Ischnorhininae): Revised tribal classification based on morphological data. **Systematic Entomology**, v. 40, n. 1, p. 82–108, 2015.

PALADINI, A.; CARVALHO, G. S. Descrição de três novas espécies de *Mahanarva* (Hemiptera, Cercopidae, Ischnorhininae). **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 97, n. 1, p. 57–66, 2007.

PALADINI, A.; CARVALHO, G. S.; VALÉRIO, J. R. Ultrastructure and redescription of *Notozulia entreteriana* (Berg) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 5, p. 552–557, 2008.

- PALADINI, A.; CAVICHIOLI, R. R. A new species of *Aeneolamia* (Hemiptera: Cercopidae: Tomaspidinae) from the Neotropical Region. **Zoologia**, v. 30, n. 3, p. 353–355, 2013.
- PASS, U. C.; REED, J. K. Biology and Control of the Spittlebug *Prosapia bicincta* in Coastal Bermuda Grass. **Journal of Economic Entomology**, v. 58, n. 2, p. 275–278, 1965.
- PEREIRA, M. F. A. et al. Flutuação populacional de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Boletín de sanidad vegetal**, v. 37, p. 173–179, 2011.
- PEREIRA, M. F. A. et al. Survival and injuries of *Deois flavopicta* (Stal., 1854) in pastures under seed treatment with insecticides and dry mass yield. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 85, n. 0, p. 1–6, 2018.
- PIRES, C. S. S.; PRICE, P. W.; FONTES, E. G. Preference-performance linkage in the neotropical spittlebug *Deois flavopicta*, and its relation to the Phylogenetic Constraints Hypothesis. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 1, p. 71–80, 2000.
- PITTA, R. M. et al. Influence of pastoral systems on *Mahanarva spectabilis* (Distant) (Hemiptera: Cercopidae) and the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 6, p. 13, 2019.
- RAKITOV, R. A. Structure and function of the Malpighian tubules, and related behaviors in juvenile Cicadas: Evidence of homology with spittlebugs (Hemiptera: Cicadoidea and Cercopoidea). **Zoologischer Anzeiger**, v. 241, n. 2, p. 117–130, 2002.
- RESENDE, T. T. et al. Impact of the Spittlebug *Mahanarva spectabilis* on Signal Grass. **The Scientific World Journal**, 2012.
- RESENDE, T. T. et al. The Damage Capacity of *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) Adults on *Brachiaria ruziziensis* Pasture. **The Scientific World Journal**, 2013.
- RIBEIRO, L. P.; CAZAROTTO, A. R. Incidence and population fluctuation of spittlebugs on three perennial grasses: on-farm assessments. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.4, p.66-71, 2018.
- RODRÍGUEZ CHALARCA, J.; PECK, D. C.; CANAL, N. A. Biología comparada de tres especies de salivazo de los pastos del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 28, n. 1, p. 17–25, 2002.

- SAAD, L. P. et al. Vinasse and its influence on ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in sugarcane crops. **Journal of Insect Science**, v. 17, n. 1, 2017.
- SAKAKIBARA, A. M. Sobre algumas espécies brasileiras de *Deois fennah*, 1948 (homoptera, cercopidae). **Revista brasileira de biologia**, v. 39, n. 1, p. 9–30, 1979.
- SHORTMAN, S. L. et al. Evaluation of Turfgrass Species and Cultivars for Potential Resistance to Twolined Spittlebug (Hemiptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 2, p. 478-486, 2002.
- SOARES, U. O. et al. Effect of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) Attack on Photosynthetic Parameters of Sugarcane Genotypes of Contrasting Susceptibility. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 6, p. 2686-2691, 2017.
- SOBRINHO, F. S; AUAD, A. M; LÉDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* forresistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, p. 83-88, 2010.
- SOTELO, P. A. et al. Sublethal effects of antibiosis resistance on the reproductive biology of two spittlebug (Hemiptera: Cercopidae) species affecting *Brachiaria* spp. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 2, p. 564–568, 2008.
- SOUSA, W. S. et al. Population dynamics of the pasture leafhopper complex (Hemiptera: Cercopidae) in *Brachiaria* and mombasa grass. **Revista Agrogeoambiental**, v. 13, n. 2, p. 252-259, 2021.
- SUJII, E. R. et al. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 465–478, 1995.
- SUJII, E. R.; GARCIA, M. A.; FONTES, E. M. G. Movimento de migração de adultos da cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 471-480, 2000.
- SUJII, E. R. et al. Soil temperature and diapause maintenance in eggs of the spittlebug, *Deois flavopicta* (Hemiptera: Cercopidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 605–613, 2001a.
- SUJII, E. R. et al. Effect of host plant on the fecundity of spittlebug *Deois flavopicta* stal (Homoptera: Cercopidae): Implications on population dynamics. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 547–552, 2001U.

SUJII, E. R. et al. *Pachycondyla obscuricornis* as natural enemy of the spittlebug *Deois flavopicta*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 607–609, 2004.

SUJII, E. R. et al. Predation as a Mortality Factor in Populations of the Spittlebug, *Deois flavopicta* Stål (Homoptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 581-588, 2002.

TAUBE, C. A.; TAUBER, M. J. Ecophysiological responses in life-history evolution: evidence for their importance in a geographically widespread insect species complex. **Canadian Journal of Zoology**, v. 64, n. 4, p. 875–884, 1986.

TEIXEIRA, V. M.; SÁ, L. A. N. DE. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) sorokin no controle de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) em *Brachiaria bryzantha* em Rondônia-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)**, n. Esalq 1037, p. 263–273, 2010.

TONELLI, M. et al. Attraction of entomopathogenic nematodes to sugarcane root volatiles under herbivory by a sap-sucking insect. **Chemoecology**, v. 26, n. 2, p. 59–66, 2016.

TONELLI, M. et al. Spittlebugs produce foam as a thermoregulatory adaptation. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–6, 2018.

UPTON, M. The role of livestock in economic development and poverty reduction. PPLPI working paper no. 10. Pro-poor live-stock policy initiative. FAO, Rome. 2004.

VALLE, C. U. et al. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria (Urochloa)* cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 1, p. 1-5, 2013.

VALÉRIO, J. R.; NAKANO, O. Danos causados pelos adultos da cigarrinha *Zulia entreriana* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 447-453, 1988.

VALÉRIO, J. R. et al. Spittlebugs: bioecology, host plant resistance and advances in IPM. **19th International Grassland Congress**, p. 217–221, 2001.

VALÉRIO, J. R.; OLIVEIRA, M. C. M. Parasitismo de ovos de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) pelo microhimenóptero *Anagrus urichi* Pickles (Hymenoptera: Mymaridae) na região de campo grande, MS. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 137–138, 2005.

VALLE, C. U. et al. **O Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na Diversificação das Pastagens de Braquiária.** 2004.

VERÍSSIMO, U. A. et al. Biology and Olfactory Response of *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae). **Florida Entomologist**, v. 101, n. 4, p. 702–704, 2018.

YURTSEVER, S. On the polymorphic meadow spittlebug, *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae). **Turkish Journal of Zoology**, v. 24, n. 4, p. 447–459, 2000.