

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO ENTRE  
MILHO E FORRAGEIRA *Panicum maximum* cv. BRS ZURI**

Autor: Carlos Henrique de Lima e Silva  
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Rio Verde – GO  
Julho – 2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO ENTRE  
MILHO E FORRAGEIRA *Panicum maximum* cv. BRS ZURI**

Autor: Carlos Henrique de Lima e Silva  
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde. Área de Concentração: Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde – GO  
Julho – 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

SSI586      Silva, Carlos Henrique de Lima e  
u            UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO ENTRE MILHO  
             E FORRAGEIRA Panicum maximum cv. BRS ZURI / Carlos  
             Henrique de Lima e Silva; orientador Adriano  
             Jakelaitis; co-orientador Fernando Higino de Lima e  
             Siva. -- Rio Verde, 2023.  
             62 p.

Tese (Doutorado em Programa de Pós Graduação em  
Ciências Agrárias - AGRONOMIA) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. integração lavoura-pecuária. 2. subdoses. 3.  
supressão. 4. Zea mays L.. I. Jakelaitis, Adriano ,  
orient. II. de Lima e Siva, Fernando Higino, co-  
orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

## PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

### NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

#### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:    Não    Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:    /    /

O documento está sujeito a registro de patente?    Sim    Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?    Sim    Não

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

/ /  
Data

Carlos Henrique de Lima e  
Silva, CPF: 102.991.986-00

Assinado de forma digital por Carlos  
Henrique de Lima e Silva, CPF:  
102.991.986-00  
Dados: 2023.08.07 12:08:54 -03'00'

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

ADRIANO JAKELAITIS:15874223878

Assinado de forma digital por ADRIANO  
JAKELAITIS:15874223878  
Dados: 2023.08.08 14:14:51 -03'00'

Assinatura do(a) orientador(a)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL**  
**DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO**

**Documentos 62/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO**

**UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NO CONSÓRCIO ENTRE MILHO E FORRAGEIRA**  
***Panicum maximum* CV. BRS ZURI**

Autor: Carlos Henrique de Lima e Silva  
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Doutor em Ciências Agrárias - AGRONOMIA - Área de  
Concentração Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

**APROVADO** em 07 de julho de 2023.

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira  
Avaliador interno

Prof. Dr. Pablo da Costa Gontijo  
Avaliador interno

Dr. Patrick Bezerra Fernandes  
Avaliador externo

Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz  
Avaliador externo

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis  
Presidente da Banca

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marconi Batista Teixeira**, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCMDAGRO-R, em 10/07/2023 08:37:00.
- **Guilherme Braga Pereira Braz**, Guilherme Braga Pereira Braz - Professor Avaliador de Banca - Universidade de Rio Verde (01815216000178), em 07/07/2023 14:38:59.
- **Patrick Bezerra Fernandes**, 2022202343660001 - Discente, em 07/07/2023 13:53:24.
- **Pablo da Costa Gontijo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/07/2023 13:52:45.
- **Adriano Jakelaitis**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/07/2023 12:52:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/06/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 509770  
Código de Autenticação: 6fa0f1fef4



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e sabedoria para vencer essa etapa.  
Aos meus pais, irmãos e minha namorada pelo apoio, confiança e suporte em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, por sua atenção, comentários e sugestões, que certamente contribuíram e muito para que essa tese fosse realizada.

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde e todo corpo docente pelo apoio, suporte e conhecimento passado durante o período de pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos integrantes do Laboratório de Plantas Daninhas do IF Goiano, por toda ajuda e contribuição na condução das atividades relacionadas à execução deste projeto.

E, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos!**

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Carlos Henrique de Lima e Silva, nascido em Governador Valadares, Estado de Minas Gerais, em 13 de fevereiro de 1990. Graduado em Engenharia Agrônômica no ano de 2018 pela Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, Minas Gerais. No mesmo ano, ingressou na Pós-graduação *Stricto Sensu*, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - AGRONOMIA. Em fevereiro de 2020, sob a orientação do Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, defendeu sua dissertação. Ainda, em fevereiro de 2020, ingressou no curso de doutorado no mesmo programa de pós-graduação, sob a orientação do Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, concluindo em julho de 2023.



## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMO .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
OBJETIVO .....	7
CAPÍTULO I - Uso de glifosato no manejo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri consoceado com milho .....	8
RESUMO .....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
CONCLUSÃO .....	23
AGRADECIMENTOS .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO II - Utilização de nicosulfuron no manejo de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri consoceado com milho.....	27
RESUMO .....	27
ABSTRACT.....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
CONCLUSÃO .....	43
AGRADECIMENTOS .....	43
REFERÊNCIAS.....	43
CAPÍTULO III - DETERMINAÇÃO DE SUBDOSES DE TEMBOTRIONE NO CONSÓRCIO ENTRE <i>Panicum maximum</i> cv. BRS ZURI e MILHO .....	46
RESUMO .....	46
ABSTRACT.....	47
INTRODUÇÃO.....	48

<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - Uso de glifosato no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

**Tabela 1** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 43 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glifosato \_\_\_\_\_ 14

**Tabela 2** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 108 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glifosato \_\_\_\_\_ 15

**Tabela 3** - Altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato \_\_\_\_\_ 19

### **CAPÍTULO II - Utilização de nicosulfuron no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

**Tabela 1** - Escala visual de fitotoxicidade utilizada para avaliar a sensibilidade das plantas de milho após a aplicação do herbicida nicossulfuron \_\_\_\_\_ 32

**Tabela 2** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 45 dias após a aplicação (DAA) do herbicida nicossulfuron \_\_\_\_\_ 34

**Tabela 3** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 110 dias após a aplicação (DAA) do herbicida nicossulfuron \_\_\_\_\_ 34

**Tabela 4** - Altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em função da aplicação de diferentes doses do herbicida nicossulfuron \_\_\_\_\_ 38

**Tabela 5** - Fitotoxicidade de plantas de milho em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicossulfuron \_\_\_\_\_ 38

### **CAPÍTULO III - Determinação de subdoses de tembotrione no consórcio entre *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e milho**

**Tabela 1** - Importância relativa de plantas daninhas avaliadas aos 48 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tembotrione \_\_\_\_\_ 52

**Tabela 2** - Importância relativa de plantas daninhas avaliadas aos 112 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tembotrione \_\_\_\_\_ 52

**Tabela 3** - Atura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga

(DE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida tembotrione\_\_\_\_\_56

**Tabela 4** - Altura da forrageira (AF), relação folha-colmo (RFC), rendimento forrageiro (RF) de *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida tembotrione, em sistema consorciado com o milho\_\_\_\_\_57

## ÍNDICE DE FIGURAS

**CAPÍTULO I - Uso de glifosato no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

- Figura 1** - Valores médios de precipitação, temperatura e umidade relativa durante a condução do experimento. \_\_\_\_\_ 11
- Figura 2** - Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 43 e 108 DAA do herbicida glifosato. \_\_\_\_\_ 17
- Figura 3** - Altura (A) e rendimento (B) da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida glifosato \_\_\_\_\_ 20
- Figura 4** - Relação folha-colmo da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida glifosato. \_\_\_\_\_ 22

**CAPÍTULO II - Utilização de nicosulfuron no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

- Figura 1** - Valores médios de precipitação, umidade relativa e umidade relativa durante a condução do experimento \_\_\_\_\_ 31
- Figura 2** - Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 45 e 110 DAA do herbicida nicosulfuron. Densidade de plantas daninhas em MM (45 DAA): 55.16 plantas  $m^{-2}$  e (110 DAA): 89.24 plantas  $m^{-2}$ . Massa seca de plantas daninhas em MM (45 DAA): 16.88  $g m^{-2}$  e (110 DAA): 97.60  $g m^{-2}$  \_\_\_\_\_ 36
- Figura 3** - Sintomas de fitotoxicidade das plantas de milho (híbrido B2360PW) após a aplicação de 50  $g ha^{-1}$  herbicida de nicosulfuron \_\_\_\_\_ 39
- Figura 4** - Altura da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron \_\_\_\_\_ 40
- Figura 5** - Rendimento da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron \_\_\_\_\_ 41
- Figura 6** - Relação folha-colmo da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron \_\_\_\_\_ 42

**CAPÍTULO III - Determinação de subdoses de tembotrione no consórcio entre *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e milho**

- Figura 1** - Valores mensais médios de temperatura, precipitação e umidade relativa durante a condução do experimento \_\_\_\_\_ 49
- Figura 2** - Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 48 e 112 DAA do herbicida tembotrione. Densidade de plantas daninhas em MM (48 DAA): 32,25 plantas  $m^{-2}$  e (112 DAA): 87 plantas  $m^{-2}$ . Massa seca de plantas daninhas em MM (48 DAA): 22,36  $g m^{-2}$  e (112 DAA): 95,65  $g m^{-2}$  \_\_\_\_\_ 54

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UNIDADE DE MEDIDA
°C	Temperatura em graus Celsius	Gráus Celsius
AE	Altura de espigas	M
AF	Altura da forrageira	M
Al	Alumínio	
ALS	Acetato Lactato Sintase	
AP	Alturas de planta	M
Aw	Clima tropical, com inverno seco	
Ca	Cálcio	
CE	Comprimento de espiga	Cm
cm	Centímetro	
cmol <sub>c</sub>	Centimol de carga	
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	
cv.	Cultivar	
DAA	Dias após aplicação	
dag	Decagrama	
DAE	Dias Após a Emergência	
DC	Diâmetro do colmo	Mm
DE	Diâmetro de espiga	Mm
dm <sup>3</sup>	Decímetro cúbico	
e.a. ha <sup>-1</sup>	Equivalente ácido por hectare	
g	gramas	
H+Al	Hidrogênio mais Alumínio	
HPPD	4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase	
i.a. ha <sup>-1</sup>	Ingrediente ativo por hectare	
g L <sup>-1</sup>	Gramas por litro	
ILP	Integração Lavoura Pecuária	
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia	
spp.	Espécie	
IR	Importância Relativa	
K	Potássio	
kg ha <sup>-1</sup>	Quilos por hectare	
kg ha <sup>-1</sup>	Quilos por hectare	
L	Litros	
m	Metros	
m <sup>2</sup>	Metros Quadrados	
mg	Miligramas	
Mg	Magnésio	

MM	Milho Monocultivo	
mm	Milímetro	
MMG	Massa de Mil Grãos	Gramas
Mn	Manganês	
MO	Matéria Orgânica	
N	Nitrogênio	
NFE	Número de Fileira por Espiga	
NTG	Número total de grãos	
P	Fósforo	
pH	Potencial de Hidrogênio	
RF	Rendimento forrageiro	ton ha <sup>-1</sup>
RFC	Relação folha-colmo	
RG	Rendimento de Grãos	ton ha <sup>-1</sup>
RR	Roundup Ready <sup>®</sup>	
s	Segundos	
S	Soul	
SIPA	Sistema Integrado de Produção Agropecuária	
V	Saturação por bases	%
VC	Valor Cultural	%
W	West	

---

## RESUMO

SILVA, CARLOS HENRIQUE DE LIMA E. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, julho de 2023. **Utilização de herbicidas no consórcio entre milho e forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.** Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis.

A introdução de espécies forrageiras em sistemas consorciados com culturas graníferas vem sendo adotada por agricultores e pecuaristas, em diferentes regiões agrícolas do Brasil, visto que neste sistema busca-se o sinergismo entre a produção de grãos e/ou silagem e a produção de forragem para pastejo animal e formação de palhada. Entretanto, é de fundamental importância que as forrageiras sejam manejadas a fim de evitar perdas de rendimento ocasionadas pela competição interespecífica. A utilização de subdoses de herbicidas seletivos ao milho é uma alternativa eficiente com objetivo de evitar perdas por competição. Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da aplicação de subdoses de herbicidas na supressão da forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em consórcio com o milho híbrido B2360PW e como essa interação influencia na população de plantas daninhas e nas variáveis biométricas e produtivas do milho e da forrageira. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do IF Goiano, Campus Rio Verde, sob delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis subdoses dos herbicidas glifosato (0, 48; 96; 240; 480; 960 g e.a. ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (0; 2,5; 5; 12,5; 25; 50 g ha<sup>-1</sup>) e tembotrione (0; 3,78; 7,56; 18,9; 37,8; 75,6 g i.a ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo. Os resultados evidenciam que nos três experimentos houve redução da massa seca e densidade das plantas daninhas nas parcelas com presença da forrageira, principalmente pela supressão imposta pela forrageira. Para os tratamentos testados do herbicida glifosato a dose de 480 g e.a. ha<sup>-1</sup> pode ser uma alternativa, visto que houve adequado desenvolvimento da forragem e não houve perdas de rendimento do milho. Já a dose de 50 g ha<sup>-1</sup> do herbicida nicosulfuron causou fitotoxidez no híbrido de milho, ocasionando perdas nos componentes de produtividade da cultura. Além disso, as subdoses testadas não foram suficientes para suprimir o crescimento da forrageira. Da mesma forma, as subdoses de tembotrione não suprimiram a forrageira BRS Zuri após a aplicação, porém, não houve perdas de rendimento para a cultura do milho, evidenciando que práticas culturais como



o consórcio podem ser utilizadas para potencializar os sistemas de produção agropecuários.

PALAVRAS-CHAVE: integração lavoura-pecuária, subdoses, supressão, *Zea mays* L.

## ABSTRACT

SILVA, CARLOS HENRIQUE DE LIMA E. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - GO, July 2023. **Use of herbicides in intercropping between maize and forage *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.** Advisor: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis.

The introduction of forage species in intercropping systems with grain crops has been adopted by farmers and ranchers in different agricultural regions of Brazil since this system seeks synergism between the grains and/or silage production and the forage production for animal grazing and stubble formation. However, it is of essential importance that forages are managed to avoid yield losses caused by interspecific competition. The use of subdoses of selective herbicides to maize is an efficient alternative with the objective of avoiding losses by competition. Thus, the objective of the present study was to evaluate the effect of the herbicide subdoses application in the suppression of forage *Panicum maximum* cv. BRS Zuri intercropped with hybrid maize B2360PW and how this interaction influences the weed population and the biometric and productive variables of both maize and forage. The experiments were conducted in the experimental area of IF Goiano, Rio Verde Campus, under randomized block design, with four repetitions. The treatments consisted of six subdoses of glyphosate herbicides (0, 48; 96; 240; 480; 960 g a.e. ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (0; 2.5; 5; 12.5; 25; 50 g ha<sup>-1</sup>) and tembotrione (0; 3.78; 7.56; 18.9; 37.8; 75.6 g a.i. ha<sup>-1</sup>), and maize in monoculture. The results show that in the three experiments there was a reduction in the dry mass and density of weeds in the plots with the forage presence. This was mainly due to the suppression imposed by the forage in the plots. For the glyphosate herbicide treatments tested, the dose of 480 g a.e. ha<sup>-1</sup> can be an alternative since there was adequate forage development and no maize yield losses. The 50 g ha<sup>-1</sup> dose of the herbicide nicosulfuron caused phytotoxicity in the maize hybrid, causing losses in the yield components of the crop. Furthermore, the tested subdoses were not enough to suppress the forage growth. Similarly, the subdoses of tembotrione did not suppress the forage BRS Zuri after application, however, there were no yield losses for maize, showing that cultural practices such as intercropping can be used to enhance the agricultural production systems.

KEY WORDS: crop-livestock integration, subdoses, suppression, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO GERAL

Diante do cenário agropecuário brasileiro que tem intensificado o setor produtivo, com objetivo de atender à crescente demanda por alimentos, tanto em quantidade como em qualidade, tem-se buscado estratégias a fim de otimizar a exploração dos recursos dentro de uma mesma área (Cordeiro *et al.*, 2015; Lemaire *et al.*, 2014). Uma das estratégias que podem ser utilizada para associar o aumento da produção agropecuária com a redução do uso de recursos naturais e das áreas cultivadas, consiste nos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), também conhecidos mais popularmente como Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

O SIPA pode ser definido como associação de atividades agrícolas e pecuárias numa mesma área, podendo ser nas modalidades de consórcio, sucessão e/ou rotação de culturas. O consórcio entre culturas é comumente utilizado em áreas agrícolas no Cerrado brasileiro, sendo definido como o cultivo integrado de duas ou mais espécies de interesse agrônômico em uma mesma área e de forma simultânea (Pariz *et al.*, 2017). Dentre os benefícios desse sistema incluem melhorias das condições físico-químicas do solo (Deiss *et al.*, 2020; Ambus *et al.*, 2023), recuperação de pastagens degradadas (Dove *et al.*, 2015; Domiciano *et al.*, 2016), redução no uso de produtos fitossanitários (Martha Júnior; Alves; Contini, 2011; Summers *et al.*, 2021;), favorecimento da macrofauna edáfica (Silva *et al.*, 2011; Moraes *et al.*, 2014) e incentivos sociais, visto que atividades agrícolas e pecuárias podem gerar renda em diferentes épocas do ano (Garrett *et al.*, 2017).

Neste tipo de sistema busca-se a sinergia entre os diferentes componentes com o objetivo de maximizar o uso da terra, infraestrutura e mão de obra, diminuindo os custos de produção (Pariz *et al.*, 2017). Além disso, combinando culturas agrícolas e pastagens em uma mesma área, permite-se que esses componentes sejam desenvolvidos de forma colaborativa, possibilitando também o uso mais eficiente dos insumos agrícolas e recursos naturais (Kunrath *et al.*, 2014). Em condições práticas, o SIPA pode ser estabelecido, por exemplo, na sucessão soja-milho com o consórcio de milho e/ou sorgo com forrageiras, utilizando espécies dos gêneros *Urochloa* spp. ou *Panicum* (Oliveira *et al.*, 2018), ou até mesmo em sobresemeadura na soja. O interesse na utilização de forrageiras do gênero *Panicum*, dentro do SIPA vem aumentando consideravelmente (Almeida *et al.*, 2017), sendo que na última década, empresas privadas e instituições públicas disponibilizaram por meio do melhoramento genético mais de 15 novas cultivares de gramíneas forrageiras deste gênero (Jank *et al.*, 2022).

A forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consiste em uma das opções disponíveis nos últimos anos para a utilização em pastagens sob sistema de monocultivo ou em sistemas integrados. Essa cultivar foi registrada e protegida junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em abril de 2013 (Jank *et al.*, 2022). Como características incluem elevada produção de biomassa, alta qualidade nutricional, resistência a inseto (*Deois flavopicta*) e doença (*Bipolaris maydis*), alta capacidade de suporte animal, alta velocidade de rebrota, tolerância ao encharcamento, alta aptidão para produção de silagem, adaptação aos períodos de seca, dentre outras características (Braga *et al.*, 2019; Valote *et al.*, 2021; Jank *et al.*, 2022).

No entanto, espécies do gênero *Panicum* podem apresentar maior competição interespecífica em sistemas consorciados quando comparadas com as do gênero *Urochloa* spp., podendo inviabilizar o consórcio (Machado *et al.*, 2013). Dessa forma, torna-se necessário realizar o manejo correto das culturas. A utilização de subdoses de herbicidas pode ser considerada uma prática interessante para evitar a competição da forrageira com culturas graníferas em associação. O objetivo dessa prática consiste em ocasionar o estresse temporário na forrageira, permitindo que a espécie granífera desenvolva normalmente (Lima *et al.*, 2019).

Dentre os herbicidas seletivos para a cultura do milho, com ação sob monocotiledôneas, têm-se nicosulfuron (Jakelaitis *et al.*, 2005), tembotrione e mesotrione (Martins *et al.*, 2018; Martins *et al.*, 2019), além do glifosato em híbridos de milho geneticamente modificados (Roundup Ready - RR), os quais possuem tolerância ao herbicida (Silva *et al.*, 2016). O nicosulfuron tem ação sistêmica e pertence ao grupo químico das sulfonilureias. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição e ação da enzima acetolactato sintase (ALS), a qual é importante para a biossíntese dos aminoácidos, como valina, leucina e isoleucina. É utilizado principalmente em pós-emergência na cultura do milho para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (Rodrigues & Almeida, 2011). Os sintomas são clorose das folhas, necrose e redução do porte, podendo levar à morte das plantas.

O tembotrione, herbicida pertencente ao grupo das tricetonas, tem como mecanismo de ação a inibição da biossíntese de carotenoides. Com a inibição da enzima hidroxifenil-piruvato-dioxigenase (HPPD), que é responsável pela conversão do 4-hidroxifenil-piruvato em homogentisato, ocorre a interrupção da biossíntese de pigmentos (carotenoides) em plantas sensíveis, levando as mesmas ao branqueamento, sendo o principal sintoma (Senseman, 2007). Em razão da diminuição de carotenoides, a clorofila

(responsável pela coloração verde) fica desprotegida da ação da luz, resultando na morte das plantas por foto-oxidação (Chahal & Jhala, 2018). O tembotrione tem ação sistêmica, sendo utilizado no controle de espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Já o glifosato atua como inibidor da enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), enzima catalisadora de aminoácidos aromáticos essenciais, como: fenilalanina, tirosina e triptofano, que são precursores de outros produtos, como lignina, alcaloides, flavonoides e ácidos benzoicos (Velini *et al.*, 2008). Os sintomas observados em plantas sensíveis consistem em clorose foliar e necrose. Este herbicida é classificado como não seletivo e sistêmico, sendo utilizado no controle de plantas daninhas em pós-emergência (Sousa *et al.*, 2023).

Neste contexto, o uso de herbicidas em subdoses consiste em alternativa relevante em sistemas consorciados, necessitando maior complexidade de manejo neste sistema. Contudo, estudos avaliando o efeito de herbicidas na supressão de novas forrageiras do gênero *Panicum*, a exemplo da BRS Zuri, em condições de campo, ainda são inexistentes na literatura. Sendo assim, é imperativo a definição de subdoses de herbicidas, visando a redução da competição entre as espécies consorciadas, e consequentemente gerando maior lucro para o produtor e/ou pecuarista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. E. M. et al. Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 170-176, 2017.

AMBUS, J. V. et al. Integrated crop-livestock systems in lowlands with rice cultivation improve root environment and maintain soil structure and functioning. **Soil and Tillage Research**, v. 227, p. 105592, 2023.

BRAGA, G. J. et al. Performance of young Nellore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian *Cerrado*. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 7, n. 3, p. 214-222, 2019.

CHAHAL, P. S.; JHALA, A. J. Interaction of PS II- and HPPD-inhibiting herbicides for control of Palmer Amaranth resistant to both herbicide sites of action. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 6, p. 2496-2506, 2018.

CORDEIRO, L. A. et al. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 32, n. 1, p. 15-53, 2015.

DEISS, L. et al. Soil chemical properties under no-tillage as affected by agricultural trophic complexity. **European Journal of Soil Science**, v. 71, n. 6, p. 1090-1105, 2020.

DOMICIANO, L. F. et al. Performance and behavior of Nellore steers on integrated systems. **Animal Production Science**, v. 58, n. 5, p. 920-929, 2016.

DOVE, H. et al. Integrating dual-purpose wheat and canola into high-rainfall livestock systems in south-eastern Australia. 2. Pasture and livestock production. **Crop and Pasture Science**, v. 66, n. 4, p. 377-389, 2015.

GARRETT, R. D. et al. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 136-146, 2017.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v. 23, p. 69-78, 2005.

JANK, L. et al. O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. **Embrapa Gado de Corte – Comunicado técnico (163)**, 2022.

KUNRATH, T. R. et al. Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop–livestock system. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 71-76, 2014.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

LIMA, S. F. et al. Suppression of *Urochloa brizantha* and *U. ruziziensis* by glyphosate underdoses. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 581-589, 2019.

MACHADO, L. A. Z. et al. Identificação e características de forrageiras perenes para consórcio com milho. Brasília, DF. **Embrapa**, 175 p. 2013.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011.

MARTINS, D. A. et al. Intercropping Between Corn and *Urochloa brizantha* Managed with Mesotrione Underdoses. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.

MARTINS, D. A. et al. Management of the consortium between maize and *Urochloa brizantha* with tembotrione subdoses. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2018.

MORAES, A. de et al. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, p. 1024-1031, 2014.

OLIVEIRA, M. et al. Monitoramento de plantas daninhas em sistema integrado entre lavoura e pecuária em Sete Lagoas, MG. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2018.

PARIZ, C. M. et al. Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. **Agricultural Systems**, v. 151, p. 1-11, 2017.

RODRIGUES, N. B.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Edição dos autores, 696, 2011.

SENSEMAN, S.A. **Herbicide handbook**. 9<sup>a</sup> ed. Lawrence: Weed Science Society of America, p.458, 2007.

SILVA, D. V. et al. Glyphosate herbicide use in *Urochloa brizantha* management in intercropping with herbicide-resistant maize. **Planta Daninha**, v. 34, p. 133-141, 2016.

SILVA, R. F. et al. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1277-1283, 2011.

SOUSA, U. V. et al. Interação da mistura em tanque entre os herbicidas diquat e glyphosate na dessecação de área em pousio. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 2, p. 61-70, 2023.

SUMMERS, H. et al. Integrated weed management with reduced herbicides in a no-till dairy rotation. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 4, p. 3418-3433, 2021.

**Técnica (INFOTECA-E)**, 2018.

VALOTE, P. D. et al. Forage mass and canopy structure of Zuri and Quênia guineagrasses pasture under rotational stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

VELINI, E. D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008.



## OBJETIVO

Avaliar os efeitos das subdoses dos herbicidas glifosato, nicosulfuron e tembotrione no consórcio entre milho e *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sobre a dinâmica das plantas daninhas, variáveis biométricas e produtivas do milho e da forrageira. Ademais, objetivou-se também com a realização do presente estudo selecionar uma (ou mais) dose(s), dentre os herbicidas avaliados para realizar a supressão do BRS Zuri cultivada em consórcio com o milho.

## **CAPÍTULO I - Uso de glifosato no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

(Normas da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – AGRIAMBI)

### **DESTAQUES:**

O rendimento de grãos de milho não foi afetado pela presença da forrageira.

A biomassa produzida pela forrageira proporcionou redução da comunidade de plantas daninhas.

As diferentes subdoses de glyphosate influenciaram a produção da forrageira.

**RESUMO:** O consórcio entre milho e espécies forrageiras é uma alternativa comumente utilizada dentro dos sistemas agropecuários. A competição entre as culturas pode ser fator limitante no consórcio, comprometendo a produção do milho e forragem. Embora necessário, a interação de forrageiras lançadas no mercado nos últimos anos, como a BRS Zuri consorciada com a cultura do milho, não fornece respostas satisfatórias na literatura. Por isso, técnicas como a utilização de subdoses de herbicida entra com uma opção a fim de suprimir o crescimento da forrageira, viabilizando o cultivo simultâneo. Assim, objetivou-se no presente estudo avaliar os efeitos de subdoses do herbicida glifosato sobre o desenvolvimento de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho RR (Roundup Ready®) e como essa interação reflete na população de plantas daninhas, no rendimento da forrageira e nas variáveis biométricas e produtivas do milho. O delineamento foi em blocos ao acaso, cujos tratamentos consistiram em seis subdoses do herbicida glifosato (0, 48, 96, 240, 480 e 960 g equivalente ácido [e.a.] ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo com quatro repetições. Para as condições do presente estudo, a dose de 480 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato pode ser uma alternativa, visto que houve a supressão de plantas daninhas e adequado desenvolvimento da forragem. Já o rendimento do milho não foi afetado pela presença da forrageira.

**Palavras-chave:** fitossociologia, integração lavoura-pecuária, plantas daninhas, supressão, *Zea mays* L.

## Use of glyphosate in the management of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri intercropped with maize

### HIGHLIGHTS:

Maize grain yield was not affected by the forage presence.

Forage biomass production provided a reduction in the weed community.

Different doses of glyphosate influenced forage yield.

**ABSTRACT:** The intercropping between maize and forage species is an alternative commonly used within farming systems. Competition among crops may be a limiting factor in intercropping, compromising maize and forage yield. Although necessary, the literature does not provide satisfactory answers about the interaction of forage crops launched in the market recently, such as BRS Zuri, intercropped with maize. Therefore, techniques such as the use of herbicide subdoses come in as an option to suppress forage growth, making simultaneous cultivation feasible. Thus, the present study aimed to evaluate the effects of glyphosate herbicide subdoses on the development of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri intercropped with Roundup Ready® (RR) maize and how this interaction reflects on the weed population, forage yield, and biometric and yield variables of maize. The experimental design was randomized blocks with treatments consisting of six glyphosate herbicide subdoses (0, 48, 96, 240, 480, and 960 g acid equivalent [a.e.] ha<sup>-1</sup>) and maize in monoculture with four replications. For the conditions of this study, the dose of 480 g a.e. ha<sup>-1</sup> of glyphosate may be an alternative since there was weed suppression and adequate forage development. Maize yield was not affected by the forage presence.

**Key words:** phytosociology, crop-livestock integration, weeds, suppression, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA) consiste em uma alternativa sustentável de cultivo que proporciona sinergismo entre a produção agropecuária em uma mesma área, promovendo benefícios ao produtor e ao meio ambiente (Costa Jr *et al.*, 2019). No Cerrado brasileiro, as áreas cultivadas com SIPA aumentaram significativamente por meio de consórcio, rotação de culturas e/ou sucessão (Zolin *et al.*, 2021).

O consórcio pode ser definido como cultivo que integra simultaneamente duas ou mais espécies de interesse (Martins *et al.*, 2019). Entre os benefícios estão a produção de grãos, silagem, forragem, controle cultural de plantas daninhas e formação de palha de qualidade (Laroca *et al.*, 2018).

Espécies perenes, como plantas forrageiras do gênero *Panicum*, são consideradas opções interessantes para serem inseridas em consórcio entre culturas como milho e sorgo (Silva *et al.*, 2020a). No entanto, o cultivo simultâneo, entre duas ou mais espécies, pode ser inviável por causa da competição entre as culturas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento (Pezzopane *et al.*, 2019).

Algumas técnicas agronômicas podem ser utilizadas a fim de minimizar o efeito da competição entre as espécies cultivadas, dentre elas tem-se a aplicação de subdoses de herbicidas seletivos para a cultura do milho (Freitas *et al.*, 2018) apenas para suprimir o crescimento inicial da cultura forrageira (Oliveira *et al.*, 2018), sem a expectativa de que tais doses manejem as plantas daninhas que eventualmente estejam presentes. A redução de algumas espécies ocorre basicamente pela ocupação da área pelas espécies cultivadas ou ainda, pela presença da palhada (Schuster *et al.*, 2019).

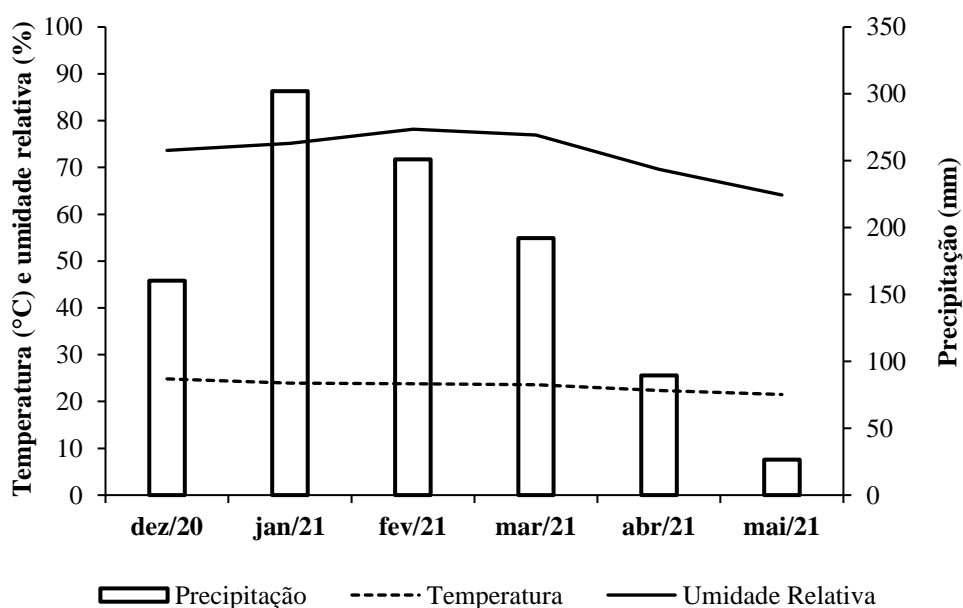
O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de subdoses do herbicida glifosato no desenvolvimento de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciada com o milho Roundup Ready<sup>®</sup>, que apresenta tolerância ao herbicida, e como essa interação reflete na população de plantas daninhas, rendimento de forragem e variáveis biométricas e de rendimento do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em condições de campo na área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, GO, localizado na cidade de Rio Verde, sudoeste do estado de Goiás, sob as coordenadas 17° 81' 03" S e 50 ° 90' 51" W e altitude de 754 m.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018) correspondendo a Oxisol (Estados Unidos, 2014), com as seguintes características físico-químicas na camada de solo de 0-20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5; P 23,8 mg dm<sup>-3</sup>; K 133 mg dm<sup>-3</sup>, Ca 1.57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 0.90 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al 0.06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação de base 55,9%; MO 36,1 g dm<sup>-3</sup>, e composição de partículas de 48, 8, 44 dag kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente.

O clima da região é caracterizado como Aw tropical úmido, com chuvas no verão e seca no inverno, segundo a classificação de Köppen. Os dados climáticos durante o experimento são evidenciados na Figura 1 e foram coletados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.



**Figura 1:** Valores médios de precipitação, temperatura e umidade relativa durante a condução do experimento.

Anteriormente a semeadura, a área experimental foi dessecada com herbicida glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.680 g e.a. ha<sup>-1</sup> a fim de eliminar as plantas daninhas presentes. Após 15 dias, o preparo do solo foi realizado com aração e gradagem niveladora. O híbrido de milho B2360PW (Brevant), comumente utilizado na região do sudoeste Goiano, foi semeado a 4 cm de profundidade na data de 19/12/2020 com auxílio de uma semeadora múltipla de quatro linhas com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, totalizando

a população de aproximadamente 66.666 plantas ha<sup>-1</sup>. Este híbrido apresenta ciclo superprecoce com tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio. A adubação no momento de semeadura consistiu em 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-15 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. Na mesma data, a forrageira BRS Zuri foi semeada manualmente e a lanço, utilizando 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 79% de Valor Cultural (CV).

O delineamento foi em blocos ao acaso, cujos tratamentos consistiram em seis subdoses de glifosato (0, 48; 96; 240; 480; 960 g e.a. ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo, com quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. As doses foram determinadas de acordo com a bula do produto, e a concentração de 960 g e.a. ha<sup>-1</sup> é recomendado para o controle de plantas daninhas. A partir da dose de referência, as concentrações foram fracionadas em subdoses. As parcelas possuíam área de 18 m<sup>2</sup>, com oito linhas de 5 m de comprimento. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais.

Os tratamentos foram aplicados 20 dias após a emergência do milho (DAE), quando a forrageira apresentava três perfilhos. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, composto por uma barra de alumínio contendo quatro pontas de pulverização espaçadas entre 0,5 m. A pressão do equipamento no momento da aplicação foi de 2,0 bar com taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

No momento da aplicação dos tratamentos, foi adicionado 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida atrazina (Aclamado BR<sup>®</sup>) a fim de auxiliar o controle de plantas daninhas de folhas largas. Para o milho em monocultivo, além do herbicida atrazine (Aclamado BR<sup>®</sup>), também foi aplicado glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.440 g equivalente ácido (e.g.) ha<sup>-1</sup> para auxiliar no controle de plantas daninhas. As condições climáticas no momento da aplicação foram determinadas com termo-higro-anemômetro, sendo que a umidade relativa do ar foi de 45,7%, a temperatura do ar de 28°C e a velocidade do vento de 2,2 m s<sup>-1</sup>.

No estágio V4, cerca de 20 DAE do milho, realizou-se a adubação de cobertura com a quantidade de 150 kg de N. Já a aplicação dos inseticidas ocorreu aos 7, 12, 27 DAE, com os inseticidas Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup>150) na dose 0,15 litros do produto comercial por hectare; Chlorpirifós (Capataz<sup>®</sup>) + Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup>150) nas doses de 1 litro do produto comercial por hectare e 0,15 litros do produto comercial por hectare e Tiametoxam (Engeo Pleno<sup>™</sup> S) na dose de 0,25 litros do produto comercial por hectare, respectivamente, com taxa de aplicação de 170 L ha<sup>-1</sup>.

Para a cultura do milho, aos 63 DAA, durante o florescimento, mensurou-se as seguintes variáveis: altura de planta (AP), desde o solo até a folha bandeira, altura de inserção da primeira espiga (AE), do solo até a inserção da espiga e diâmetro do colmo

(DC), numa altura de 3 cm em relação ao solo. Para isso, selecionou-se de forma aleatória cinco plantas por parcela. Para as variáveis de altura de planta e inserção da espiga utilizou-se uma régua graduada em centímetros. Já o diâmetro do colmo foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital.

Aos 128 DAE do milho, realizou-se a colheita de forma manual na área útil (quatro linhas centrais, de 3 m de comprimento) a fim de mensurar o rendimento de grãos (RG). Após a colheita, os grãos e as espigas foram separados com o auxílio de uma trilhadeira e, em seguida, os grãos foram pesados. Cinco espigas de cada parcela foram selecionadas para determinar o comprimento da espiga (CE), o diâmetro da espiga (DE), o número de fileiras de grãos por espiga (NFE), massa de mil grãos (MMG) e o número total de grãos (NTG). O RG e MMG foram corrigidos para 13% de teor de água.

Após a colheita do milho, cerca de 135 DAE, realizou-se a avaliação de altura e o corte da forrageira. Para a altura utilizou-se uma régua graduada em centímetros, tirando como base a altura do dossel das plantas em dois pontos por parcelas. Já para mensurar a biomassa, a forragem foi cortada com o auxílio de um cutelo a altura de 30 cm em relação ao solo. A área útil consistiu em 2 m<sup>2</sup>.

Em seguida, o material vegetal foi pesado e alíquota de aproximadamente 500g foi retirada, e foi acondicionada em sacos de papel. Posteriormente, em laboratório, separou-se as folha e colmo da alíquota para mensurar a relação folha-colmo da forrageira e em seguida o material foi disposto em estufa com circulação forçada de ar para secagem, durante 72 horas a temperatura de 65°C. Após a secagem, o material foi pesado e os valores convertidos para ton ha<sup>-1</sup>.

As avaliações fitossociológicas de plantas daninhas foram realizadas aos 43 e 108 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, que consistiu na fase reprodutiva e no momento da colheita do milho, sendo representadas pela importância relativa (IR) das espécies na comunidade infestante, de acordo com a metodologia proposta (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Foram coletadas três amostras aleatórias por parcela, utilizando um quadrado com área de 0,25 m<sup>2</sup>. As plantas daninhas presentes nos quadrados foram identificadas, quantificadas e separadas a nível de espécie. Em seguida, acondicionadas em sacos de papel, desidratadas em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura de 65°C por 72 horas, para posterior pesagem.

Os resultados obtidos para as variáveis da cultura do milho, forrageira, densidade e massa seca de plantas daninhas foram submetidos a análise de regressão. Os modelos foram ajustados de acordo a simplicidade, significado biológico e coeficiente de

determinação. A normalidade dos dados foi previamente verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk ( $p \leq 0,05$ ).

O comportamento da comunidade infestante foi obtido através da IR da espécie, calculada pelos índices fitossociológicos de frequência, densidade e dominância das plantas daninhas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Pitelli, 2000). As plantas daninhas listadas de acordo com a sua IR foram nomeadas com base no código EPPO (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações de plantas infestantes realizadas aos 43 DAA (Tabela 1) e aos 108 DAA dos tratamentos (Tabela 2), obtidos pela análise fitossociológica da comunidade vegetal observou-se a presença do total de 16 espécies, distribuídas em 9 famílias.

**Tabela 1:** Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 43 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glifosato.

Espécies	MM	Doses (g e.a. ha <sup>-1</sup> )						Média (%)
		0	48	96	240	480	960	
ACAHI	13.33	15.51	42.16	33.99	24.90	13.93	24.26	24.01
ALTTE	30.22	27.08	14.26	9.29	20.07	18.30	23.13	20.34
ARGME	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.50	0.00	1.93
BIDPI	3.18	20.86	1.69	13.09	23.05	13.90	7.42	11.88
COMBE	28.75	21.31	9.21	8.51	4.78	15.99	16.06	14.94
DIGHO	8.76	15.23	0.00	18.83	0.00	0.00	0.00	6.12
ELEIN	3.71	0.00	0.00	0.00	17.71	5.95	6.98	4.91
IPOMO	0.00	0.00	8.96	9.78	0.00	0.00	0.00	2.68
NICPH	6.13	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00	0.00	1.80
RINCO	5.92	0.00	23.72	0.00	9.50	18.45	22.15	11.39

\**Acanthospermum hispidum* (ACAHI), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Argemone mexicana* (ARGME), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Ipomoea* spp. (IPOMO), *Nicandra physaloides* (NICPH), *Ricinus communis* (RINCO).

As espécies encontradas nas duas épocas de avaliações foram: picão-preto (*Bidens pilosa* - BIDPI), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* - ACAHI), mentrasto (*Ageratum conyzoides* - AGECO), buva (*Conyza bonariensis* - CONBO), falsa-serralha (*Emilia fosbergii* - EMIFO), todas pertencentes a família Asteraceae; capim-colchão (*Digitaria horizontalis* - DIGHO), capim-custódio (*Pennisetum setosum* - PENSE), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* - ELEIN), pertencentes à família Poaceae.



**Tabela 2:** Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 108 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glifosato.

Espécies	Doses (g e.a. ha <sup>-1</sup> )							Média (%)
	MM	0	48	96	240	480	960	
ACAHI	7.06	0.0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
AGECO	2.49	0.0	0	0.00	1.14	9.36	2.59	2.23
ALTTE	13.06	49.4	0	31.84	36.23	23.47	15.51	24.22
ARGME	0.00	0.0	0	0.00	2.13	10.28	0.00	1.77
BIDPI	4.15	0.0	0	0.00	10.47	5.96	5.73	3.76
COMBE	4.95	19.8	100	33.57	35.02	7.19	8.76	29.90
CONBO	18.16	0.0	0	0.00	9.56	32.92	19.97	11.51
DIGHO	0.29	30.9	0	0.00	0.00	0.63	9.16	5.85
ELEIN	13.70	0.0	0	0.00	0.00	8.45	14.55	5.24
EMIFO	7.07	0.0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
NICPH	0.00	0.0	0	0.00	0.00	0.00	7.96	1.14
PENSE	16.70	0.0	0	0.00	0.00	0.00	8.53	3.60
PHYNI	3.77	0.0	0	34.60	2.35	1.74	0.00	6.07
RICBR	7.12	0.0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02
RINCO	1.47	0.0	0	0.00	3.10	0.00	7.24	1.69

\**Acanthospermum hispidum* (ACAHI), *Ageratum conyzoides* (AGECO), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Argemone mexicana* (ARGME), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Conyza bonariensis* (CONBO), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Emilia fosbergii* (EMIFO), *Nicandra physaloides* (NICPH), *Pennisetum setosum* (PENSE), *Phyllanthus niruri* (PHYNI), *Richardia brasiliensis* (RICBR), *Ricinus communis* (RINCO).

Ainda, evidenciou-se o aparecimento das seguintes espécies: quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* - PHYNI) e mamona (*Ricinus communis* - RINCO) pertencentes à família Euphorbiaceae; apaga-fogo (*Alternanthera tenella* - ALTTE) da família Amaranthaceae; trapoeraba (*Commelina benghalensis* - COMBE) da família Commelinaceae; joá-de-capote (*Nicandra physaloides* - NICPH) pertencente à família Solanaceae; poaia-branca (*Richardia brasiliensis* - RICBR) da família Rubiaceae; corda-de-viola (*Ipomoea* spp. - IPOMO), pertencente à família Convolvulaceae e papoula-do-méxico (*Argemone mexicana* - ARGME), da família Papaveraceae.

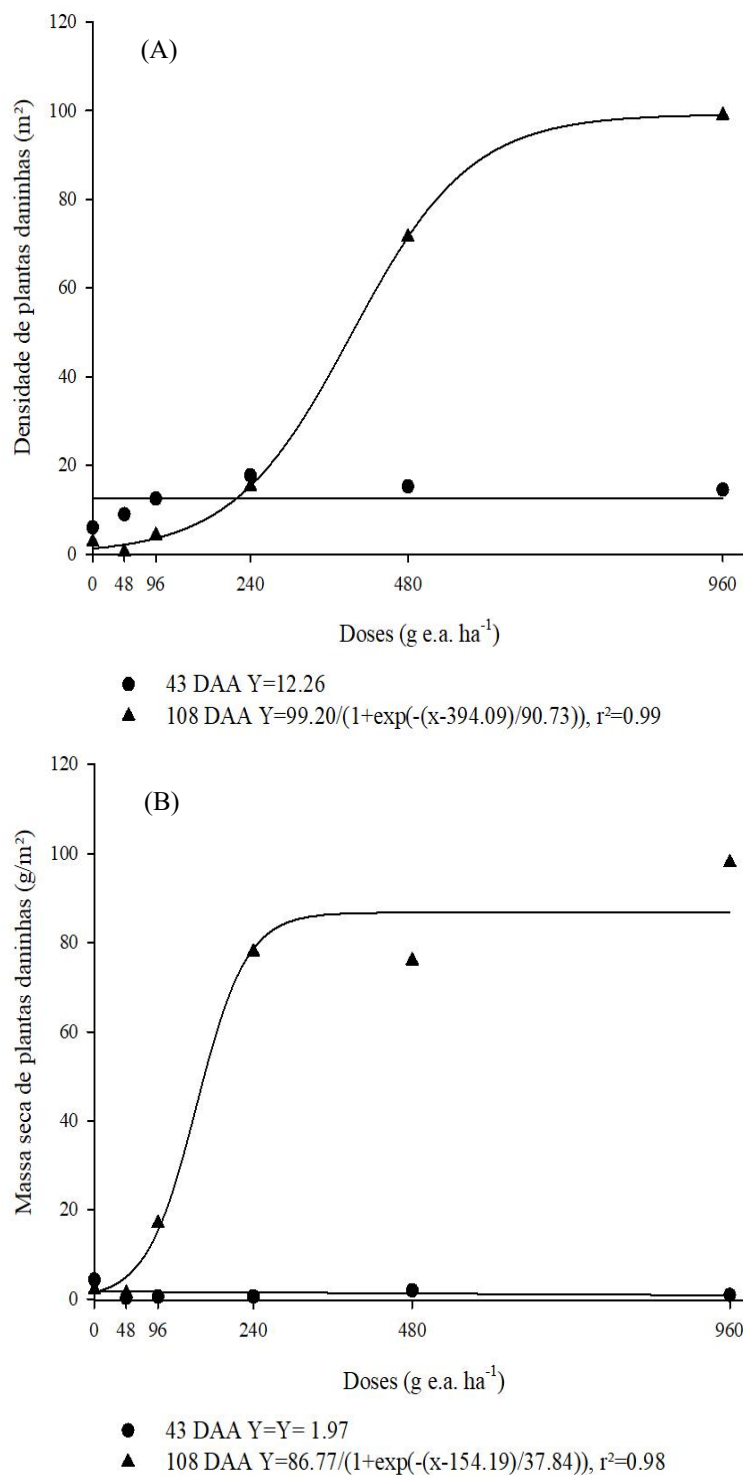
Os maiores valores de IR foram observados para ACAHI, ALTTE, BIDPI, COMBE e RINCO aos 43 DAA do herbicida glifosato com valores de 24.01, 20.34, 11.88, 14.94 e 11.39, respectivamente. O IR consiste no índice que demonstra a importância de cada espécie dentro da comunidade infestante. Tais plantas daninhas foram as mais importantes em termos de infestação (Pitelli, 2000), levando em consideração a distribuição das espécies, o número de indivíduos e a concentração na área amostrada. As demais espécies presentes na área apresentaram valores médios de IR baixos, exceto DIGHO, nas doses de 0 e 96 g e.a. ha<sup>-1</sup>, e para a ELEIN na dose de 240 g e.a. ha<sup>-1</sup>, podendo ser justificado pela presença da biomassa produzida pela forrageira BRS Zuri.

Aos 108 DAA dos tratamentos, observa-se que as espécies COMBE, ALTTE, semelhante à primeira avaliação, apresentaram altos valores de IR com 29.90 e 24.22, respectivamente, seguido da CONBO, com 11.51. Tais espécies apresentam alto valor de IR na agricultura brasileira, sendo de difícil controle e com alta disseminação (Neto *et al.*, 2019; Miranda *et al.*, 2020). Características biológicas como propagação, ciclo de vida, alta produção de sementes, fácil adaptação, entre outras, podem justificar a importância dessas espécies na área de estudo.

Outra espécie que apresentou alto valor de IR aos 108 DAA consiste na CONBO, com 11.51. A CONBO é uma espécie de planta daninha que apresenta biótipos resistentes ao herbicida glifosato distribuídos em todo país. Assim, como as demais plantas daninhas, essa espécie apresenta características que conferem o seu estabelecimento e capacidade de germinar mesmo em condições climáticas desfavoráveis (Bruno *et al.*, 2021).

Aos 43 e 108 DAA do glifosato, nota-se maior número de espécies de plantas daninhas no milho em monocultivo, isso pode ser explicado porque não houve cobertura das parcelas imposta pela presença da forrageira, fazendo com que não haja barreira para o desenvolvimento das plantas daninhas.

Para as variáveis de densidade (Figura 2A) e massa seca (Figura 2B), os efeitos sobre a população das espécies invasoras estão relacionados aos períodos de avaliação e as características de competitividade das plantas daninhas. Nota-se valores maiores de densidade e massa seca de plantas daninhas na segunda avaliação (108 DAA dos tratamentos).



**Figura 2:** Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 43 e 108 DAA do herbicida glifosato.

Valores milho monocultivo: (A) 43DAA: 25,5 plantas  $m^{-2}$ , 108 DAA: 95,25 plantas  $m^{-2}$ ; (B): 43DAA: 11,17g  $m^{-2}$ , 108DAA: 83 g  $m^{-2}$ .

A presença de cobertura sobre o solo apresenta efeito físico e químico na supressão de plantas daninhas em diversas culturas. Espécies tropicais perenes, a exemplo da forrageira

BRS Zuri, pode apresentar maior efeito supressor quando comparado com a cultura granífera em monocultivo (Schuster *et al.*, 2020). Embora dependendo de fatores como capacidade competitiva, cobertura do solo, manejo adequado e pressão de plantas daninhas, a presença da forrageira pode até eliminar a necessidade de aplicação de herbicidas no decorrer do tempo (Dominschek *et al.*, 2021).

Para densidade de plantas daninhas (Figura 2A), evidencia-se pela equação de regressão que houve aumento da variável a partir da dose de 394,09 g.e.a. ha<sup>-1</sup>, no qual 99% do efeito encontrado está relacionado aos tratamentos aplicados. O aumento da densidade de plantas daninhas, devido ao aumento da dose do herbicida glifosato, pode estar associado ao efeito supressor causado pela forrageira.

Para Lima *et al.* (2019), a ocupação da superfície do solo pelas forrageiras reduz a densidade e o desenvolvimento das plantas daninhas, evidenciando a importância da utilização dessas espécies como opções no manejo integrado. De acordo com Summers *et al.* (2021), a cobertura do solo promovida por plantas que apresentam alta produção de biomassa, exemplo das forrageiras do gênero *Panicum*, reduz a densidade de espécies invasoras e conseqüentemente a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência nas culturas em sucessão.

No estudo de Ferreira *et al.* (2018), objetivou-se avaliar a quantidade de massa seca de diferentes plantas de cobertura e seu efeito na supressão de plantas daninhas em três anos de condução, na região do Cerrado. Os autores evidenciaram que a massa seca média de 10.857 kg ha<sup>-1</sup> de *P. maximum*, impediu a infestação de plantas daninhas como: *A. tenella*, *C. benghalensis*, *Sida rhombifolia*, *B. pilosa*, *E. indica*, entre outras, resultando no controle total das mesmas, sendo um importante componente a ser utilizado dentro do manejo de plantas daninhas em sistemas integrados.

A massa seca da comunidade infestante não apresentou diferença significativa na primeira avaliação (43 DAA), sendo inexpressiva (Figura 2B). Tal resultado pode estar relacionado com o porte das plantas daninhas e a baixa competição entre as espécies neste período. Porém, na segunda avaliação, houve o acúmulo de massa seca a partir do aumento das doses, corroborando as afirmações do potencial da forrageira em ocupar a área e conseqüentemente, reduzir a biomassa das espécies infestantes. De acordo com o modelo de equação (Figura 2B), a partir de uma dose de 154,19 g.e.a. ha<sup>-1</sup>, houve aumento na massa seca das plantas daninhas, sendo 99% do efeito observado relacionado à aplicação dos tratamentos.

Em doses menores (0, 48 e 96 g e.a. ha<sup>-1</sup>), observou-se menores valores de massa seca de plantas daninhas quando comparado com doses maiores. Nas três menores doses, as plantas daninhas que se destacaram foram: ALTTE, COMBE, DIGHO, sendo que na dose de 48 g e.a. ha<sup>-1</sup>, teve-se a presença apenas da COMBE (Tabela 2). Com o aumento das doses (240, 480 e 960 g e.a. ha<sup>-1</sup>), houve o aumento da massa seca das plantas daninhas. Tais resultados demonstram a contribuição da forrageira no controle cultural de plantas daninhas, corroborando com demais estudos (Lima et al., 2018; Martins et al., 2019).

Na Tabela 3, nota-se que 75% da altura das plantas de milho é resposta biológica da aplicação dos tratamentos, de modo que a cada 1g e.a. houve redução de 0.0001 metros da altura de plantas. Já em relação aos componentes de produtividade da cultura em função das doses do herbicida, não houve diferença significativa (Tabela 3). Esses resultados indicam que a produtividade do milho não foi afetada pelo consórcio com a forrageira BRS Zuri. Ainda, tais resultados podem estar associados à disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura (Figura 1).

**Tabela 3:** Altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em função da aplicação de diferentes doses do herbicida glifosato.

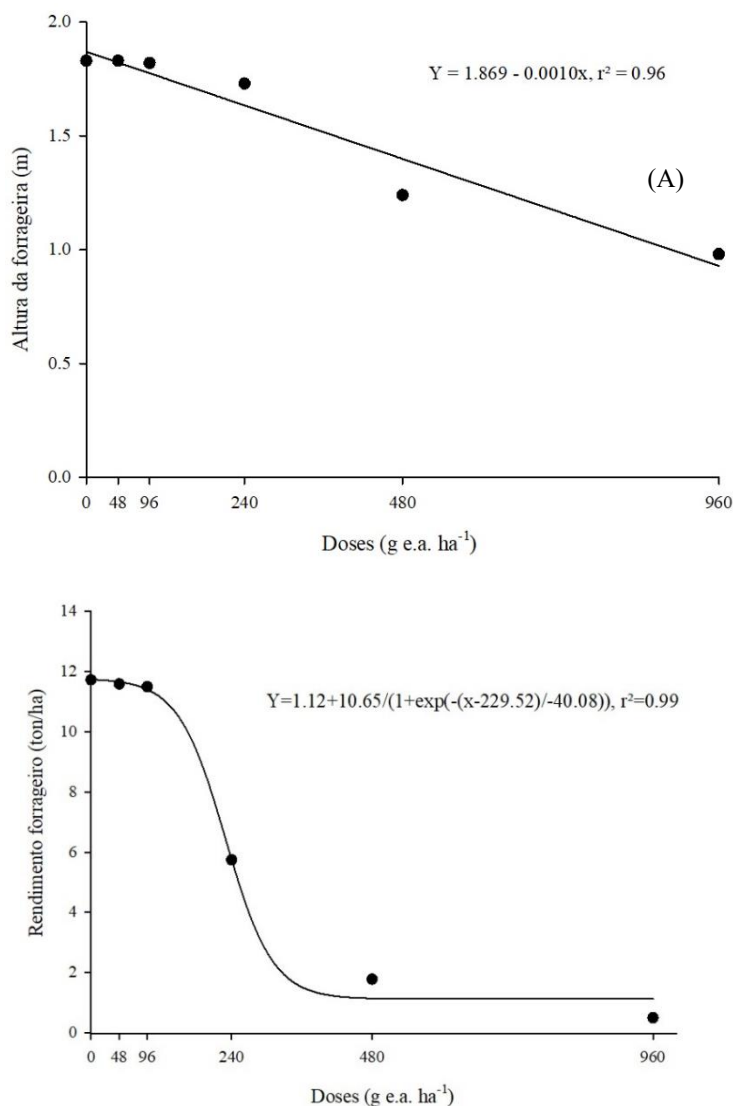
Variáveis	Doses (g e.a. ha <sup>-1</sup> )						Regressão	MM	F <sub>5%</sub>	CV%
	0	48	96	240	480	960				
AP (m)	1,98	2,07	2,06	2,11	2,15	2,17	$\hat{Y}=2.04+0.0001x$ , R <sup>2</sup> = 0,75	2,17	5,37*	6,0
AE (m)	1,07	1,09	1,09	1,10	1,09	1,12	$\hat{Y}=\bar{Y}= 1,09$	1,14	1,5 <sup>ns</sup>	3,1
DC (mm)	26,54	25,2	25,4	25,8	24,9	24,2	$\hat{Y}=\bar{Y}= 26,00$	25,3	1,47 <sup>ns</sup>	5,8
CE (cm)	17,69	17,26	17,52	17,46	17,42	17,24	$\hat{Y}=\bar{Y}= 17,53$	17,54	1,35 <sup>ns</sup>	6,0
DE (mm)	49,89	47,81	49,45	50,07	49,01	47,83	$\hat{Y}=\bar{Y}= 49,08$	47,54	0,88 <sup>ns</sup>	5,9
NFE	17,4	16,8	17,4	17,3	17,4	16,8	$\hat{Y}=\bar{Y}= 17,35$	17,1	0,55 <sup>ns</sup>	5,76
MMG (g)	238,7	245,5	240,1	242,7	241,2	238,7	$\hat{Y}=\bar{Y}= 241,9$	242,5	0,67 <sup>ns</sup>	5,8
NTG	3.186	3.104	3.162	3.120	3.099	3.173	$\hat{Y}=\bar{Y}= 3.163$	3.148	1,70 <sup>ns</sup>	6,33
RG (ton ha <sup>-1</sup> )	10.06	10.06	9.74	9.94	9.96	9.84	$\hat{Y}=\bar{Y}= 10.03$	10.04	0,54 <sup>ns</sup>	6,0

MM: Milho em monocultivo; ns: não significativo; \*significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

Assim como no presente estudo, outros estudos evidenciam que o uso de subdoses de herbicidas é uma alternativa viável para a produção de milho em sistemas de integração (Martins et al., 2019; Sanches et al., 2020). A inibição do crescimento da forragem

causada pela ação do herbicida, aliada ao sombreamento imposto pela cultura do grão, pode atenuar o efeito competitivo entre as culturas e maximizar o benefício do consórcio.

A altura da forrageira (Figura 3A), juntamente com o rendimento (Figura 3B) apresentaram diferenças significativas em resposta aos tratamentos aplicados. Houve redução na altura da forragem de acordo com o aumento da dose do herbicida, 96% do efeito na altura foi influenciado pela aplicação do herbicida, e observou-se uma diminuição de 0,0010 m a partir do aumento de 1 g de e.a. ha<sup>-1</sup>.



O crescimento da forrageira nas doses menores do herbicida pode ter induzido a **Figura 3:** Altura (A) e rendimento (B) da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida glifosato.

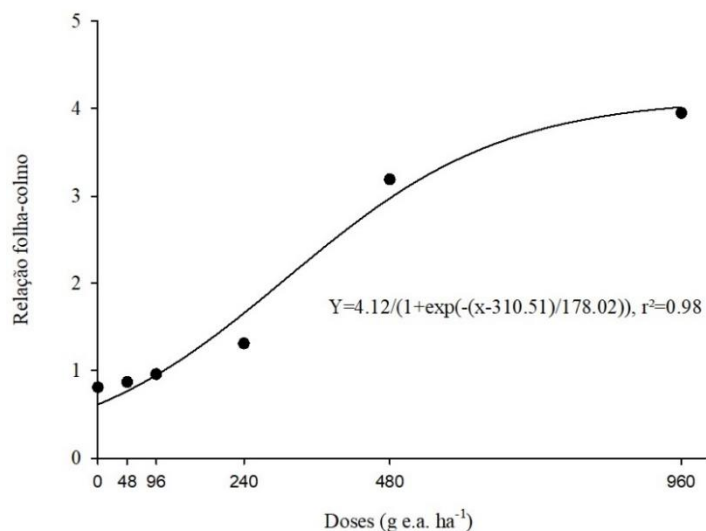
competição intraespecífica por luz e espaço dentro das parcelas, e por consequência um maior alongamento do colmo. Já os menores valores de altura podem estar relacionados com o menor alongamento do colmo devido ao retardo no crescimento da forrageira após a aplicação. Cruz et al. (2021), relatam que o sombreamento pode interferir diretamente

nas características morfogênicas da forrageira, evidenciando que quanto maior o nível de sombra imposto, maior a taxa de alongamento do colmo. Esses resultados assemelham-se com o estudo de Lima et al. (2019), onde os autores evidenciaram a redução da altura de duas espécies do gênero *Urochloa* consorciadas com milho, em função do aumento das subdoses de glifosato.

Em relação a biomassa produzida de forragem, pode-se observar o efeito fitotóxico do herbicida sobre a produtividade, pois com o aumento das doses, a produtividade foi reduzida. O modelo de regressão mostra que a dose 229 g e.a. ha<sup>-1</sup> foi suficiente para reduzir em 50% o valor máximo encontrado para a variável. Em doses menores, observa-se que a forragem se recuperou do efeito causado pelo herbicida. Esses resultados mostram que o milho não exerceu efeito competitivo sobre a forragem. Além disso, esse comportamento pode estar ligado às características morfológicas da forrageira BRS Zuri e, assim como no milho, a realização da semeadura na época da safra, onde a precipitação favoreceu o desenvolvimento da forragem, mesmo após a aplicação.

Segundo Silva et al. (2020b), a cultivar BRS Zuri apresenta características de alta quantidade de biomassa, vigor de rebrote e rápido crescimento e recuperação a condições adversas, fato que contribui para corroborar tais resultados. Cruvinel et al. (2021), evidenciaram que a forrageira BRS Zuri apresentou maiores valores de altura e rendimento em comparação a demais forrageiras como *U. ruziziensis*, *P. maximum* cv. BRS Tamani e Quênia, após a aplicação das subdoses dos herbicidas tembotrione (42 e 84 g i.a. ha<sup>-1</sup>), mesotrione (48 e 96 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glifosato (100 e 200 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e nicosulfuron (7,8 e 15,6 g ha<sup>-1</sup>) para supressão.

Para a variável relação folha-colmo evidencia-se que a ação do herbicida interferiu diretamente, visto que com o aumento das doses, o valor para essa variável aumentou (Figura 4).



**Figura 4:** Relação folha-colmo da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida glifosato.

De acordo com o modelo da equação, doses a partir de 310,51 g.e.a. houve o incremento da variável, e ainda 98% do efeito ocorrido na variável é explicado pela ação do glifosato. A relação folha-colmo consiste numa variável de grande importância tanto para o pastejo e nutrição animal, quanto para a formação de palhada em sucessão.

O aumento da relação folha-colmo pode estar associado ao menor crescimento da forrageira e a menor competição da espécie na área. Em condições de competição por luz e espaço, a espécie forrageira tende a alongar o colmo, induzindo a projeção foliar e a captação de luz para a realização dos processos fotossintéticos. Segundo Echeverria et al. (2016), a maior produção de colmo é estimulada pela competição por luz entre as plantas, levando ao menor acúmulo de área foliar e conseqüentemente a redução dos teores de proteína, digestibilidade e o menor consumo pelo animal.

Os maiores valores da relação folha-colmo em doses maiores, pode estar relacionado também com a ausência do estágio de floração da forrageira no momento da colheita, visto que com a supressão causada pelo herbicida, houve o retardo no seu crescimento. Na fase de florescimento, as espécies forrageiras tendem a emitir mais colmos, reduzindo a área foliar. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram observados por Lima et al. (2019), onde os autores evidenciaram que com o aumento das subdoses do herbicida glifosato na supressão das forrageiras *U. brizantha* cv. Marandu e *U. ruziziensis*, apresentaram aumento na relação folha-colmo.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, nota-se que a utilização de subdoses de herbicidas seletivos ao milho transgênico, que possui tolerância ao glifosato,



pode ser uma alternativa interessante na produção de grãos, na inibição e produção da forrageira e na supressão de plantas daninhas dentro dos sistemas integrados. É importante ressaltar que para o maior sucesso do método, fatores como estágio de desenvolvimento da planta, momento correto de aplicação, dose utilizada, características morfogênicas da forrageira, condições climáticas, entre outros, devem ser levados em consideração.

### CONCLUSÃO

1. A forrageira BRS Zuri apresentou eficiência na supressão de plantas daninhas dentro do sistema de produção.
2. O rendimento do milho não foi afetado pela presença da forrageira, independente da subdose do herbicida aplicada.
3. O aumento das subdoses do herbicida reduziu a altura da forrageira e aumentou a relação folha-colmo.
4. A partir de 229 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato a forrageira BRS Zuri teve 50% do seu rendimento forrageiro reduzido em relação a ausência do herbicida.
5. A dose a partir de 480 g e.a. ha<sup>-1</sup>, pode ser considerada a mais viável, visto que as variáveis de altura e biomassa da forrageira apresentaram melhores condições de manejo dentro do sistema.

### AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, GO, pela estrutura e suporte.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruno, M. H. F.; Castanho, F. M.; Araújo, L. de; Carvalho, S. de. Caracterização morfológica e molecular de biótipos de *Coryza* spp. Revista Ciência Agrícola. v.19, p.61-69, 2021. <https://doi.org/10.28998/rca.v19i1.9735>
- Costa Jr, N. B. da; Baldissera, T. C.; Pinto, C. E.; Garagorry, F. C.; Moraes, A. de; Carvalho, P. C. de F. Public policies for lowcarbon emission agriculture foster beef cattle production in southern Brazil. Land Use Policy. v.80, p.269-273, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.014>
- Cruvinel, A. G.; Gonçalo, T. P.; Moraes, K. L.; Pereira, B. C. S.; Sousa, J. V. A. de; Andrade, D. N. de. Effects of herbicide underdoses on the vegetative development of

*Panicum maximum* cultivars. Científica. v.49, p.121-127, 2021. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2021v49n3p121-127>

Cruz, N. T.; Pires, A. J. V.; Fries, D. D.; Jardim, R. R.; Sousa, B. M. de L.; Dias, D. L. S.; Bonono, P.; Ramos, B. L. P.; Sacramento, M. R. S. V. do. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. Research. Society and Development. v.10, p.1-22, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>

Dominschek, R.; Barroso, A. A. M.; Lang, C. R.; Moraes, A. de; Sulc, R. M.; Schuster, M. Z. Crop rotations with temporary grassland shifts weed patterns and allows herbicide-free management without crop yield loss. Journal of Cleaner Production. v.306, p.1-11, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127140>

Echeverria, J. R.; Euclides, V. P. B.; Sbrissia, A. F.; Montagner, D. B.; Barbosa, R. A.; Nantes, N. N. Acúmulo de forragem e valor nutritivo do híbrido de *Urochloa* 'BRS RB331 Ipyporã' sob pastejo intermitente. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.51, p.880-889, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000700011>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos, 5.ed. Embrapa, Rio de Janeiro, Brazil, 2018. 208p.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. Global Database. 2022. Available on: < <https://gd.eppo.int/photos/plantae> > Accessed on: Sep. 2022.

Ferreira, A. C. de B.; Borin, A. L. D. C.; Bogiani, J. C.; Lamas, F. M. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.53, p.566-574, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000500005>

Freitas, M. A. M. de; Silva, D. V.; Guimarães, F. R.; Leal, P. L.; Moreira, F. M. de S.; Silva, A. A. da; Souza, M. de F. Biological attributes of soil cultivated with corn intercropped with *Urochloa brizantha* in different plant arrangements with and without herbicide application. Agriculture. Ecosystems & Environment. v.254, p.35-40, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.026>

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Informações sobre as condições climáticas em Rio Verde - GO. 2022. Available on: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Accessed on: Sep 2022.

Laroca, J. V. dos S.; Souza, J. M. A. de; Pires, G. C.; Pires, G. J. C.; Pacheco, L. P.; Silva, F. D. da; Wruck, F. J.; Carneiro, M. A. C.; Silva, L. S.; Souza, E. D. de. Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.53, p.1248-1258, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001100007>

Lima, S. F.; Pereira, L. S.; Sousa, G. D. de; Oliveira, G. S. de; Jakelaitis, A. Suppression of *Urochloa brizantha* and *U. Ruziziensis* by glyphosate underdoses. Revista Caatinga. v.32, p.581-589, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n302rc>

Lima, S. F.; Pereira, L. S.; Sousa, G. D.; Vasconcelo, S. A.; Jakelaitis, A.; Oliveira, J. F. A. Influence of glyphosate underdoses on the suppression of *Panicum maximum* cultivars. Arquivos do Instituto Biológico. v.85, p.1-8, 2018. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000812017>

- Martins, D. A.; Jakelaitis, A.; Pereira, L. S.; Moura, L. M. F.; Guimaraes, K. C. Intercropping between corn and *Urochloa brizantha* managed with mesotrione underdoses. *Planta Daninha*. v.37, p.1-10, 2019. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100056>
- Miranda, D. A.; Santos, R. T. da S.; Bacha, A. L.; Rodrigues, J. de S.; Alves, P. L. da C. A.; Kuva, M. A. Estudo de seleção da comunidade infestante por herbicidas utilizando técnicas de análise multivariada. *Revista Brasileira de Herbicidas*. v.19, p.1-13, 2020. <https://doi.org/10.7824/rbh.v19i2.688>
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. A. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley. 1974. 574p.
- Oliveira, J. R. de; Soares, A. B.; Adami, P. F.; Glienke, C. L.; Balbinot Junior, A. A. B. Corn and alexander grass intercropping system: influences of herbicide management on grain and forage yield. *Colloquium Agrariae*. v.14, p.66-72, 2018. [10.5747/ca.2018.v14.n2.a207](https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n2.a207)
- Pezzopane, J. R. M.; Bernardi, A. C. C.; Bosi, C.; Oliveira, P. P. A.; Marconato, M. H.; Pedroso, A. F.; Esteve, S. N. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems. *Agroforestry Systems*. v.93, p.39-49, 2019. [10.1007/s10457-017-0149-7](https://doi.org/10.1007/s10457-017-0149-7)
- Pitelli, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. *Jornal Conserb*. v.1, p.1-7, 2000.
- Ribeiro Neto, J. C.; Jacobi, N. M. N. dos S.; Diniz, M. H. dos S.; Canuto, R. S. O.; Canuto, D. M. F. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pré-colheita do milho na integração lavoura pecuária floresta. *Agrarian Academy*. v.6, p.94-107, 2019. [10.18677/Agrarian\\_Academy\\_2019b9](https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2019b9)
- Sanches, I. R.; Lazarini, E.; Pechoto, E. A. P.; Santos, F. L. dos; Bossolani, J. W.; Parra, L. F.; Meneghette, H. H. A. Milho segunda safra consorciado com forragens e correção do solo: produtividade e distribuição das raízes das forrageiras. *Research. Society and Development*. v.9, p.1-22, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4778>
- Schuster, M. Z.; Gastal, F.; Doisy, D.; Charrier, X.; Moraes, A. de; Médiène, S.; Barbu, C. M. Weed regulation by crop and grassland competition: critical biomass level and persistence rate. *European Journal of Agronomy*. v.113, p.1-9, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125963>
- Schuster, M. Z.; Lustosa, S. B. C.; Pelissari, A.; Harrison, S. K.; Sulc, R. M.; Deiss, L.; de Moraes, A. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated crop-livestock systems. *Agronomy for Sustainable Development*. v.39, p.1-10, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0564-4>
- Silva, E. B. da; Carneiro, M. S. de S.; Furtado, R. N.; Lopes, M. N.; Braga, M. de M. Chemical composition of *Panicum maximum* 'BRS Zuri' subjected to levels of salinity and irrigation depths. *Revista Ciência Agronômica*. v.51, p.1-10, 2020b. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200016>

Silva, F. F. da C.; Ferreira, J. L. S.; Ramos, T. V.; Calil, F. N. Maize yield in an integrated crop-livestock-forestry system in south Goiás. Brazil. *Revista Ceres*. v.67, p.176-180, 2020a. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067030002>

Summers, H.; Karsten, H. D.; Curran, W.; Malcolm, G. M. Integrated weed management with reduced herbicides in a no-till dairy rotation. *Agronomy Journal*. v.113, p.3418-3433, 2021. <https://doi.org/10.1002/agj2.20757>

United States. Soil Survey Staff. *Keys to soil taxonomy*. 12.ed. Lincoln: USDA NRCS. 2014. Available on: <[www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/)>. Accessed on: Apr. 2023.

Zolin, C. A.; Matos, E. da S.; Magalhães, C. A. de S.; Paulino, J.; Lal, R.; Spera, S. T.; Behling, M. Short-term effect of a crop-livestock-forestry system on soil. water and nutrient loss in the Cerrado-Amazon ecotone. *Acta Amazonica*. v.51, p.102-112, 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202000391>

## **CAPÍTULO II - Utilização de nicosulfuron no manejo de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho**

(Normas da Revista Ciência Agronômica - RCA)

**RESUMO** - O cultivo consorciado entre milho e forrageiras tropicais é uma alternativa comumente utilizada dentro dos sistemas de produção. Porém, é necessário que o manejo seja realizado de forma adequada, a fim de evitar perdas de rendimento das culturas pela competição interespecífica na fase inicial. A aplicação de subdoses de herbicidas seletivos ao milho é uma possibilidade para a supressão do crescimento da forrageira, evitando a competição. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de subdoses do herbicida nicosulfuron sobre o desenvolvimento de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho e como esse cultivo simultâneo influencia na população de plantas daninhas, nas variáveis biométricas e produtivas da cultura do milho e da forrageira. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, cujos tratamentos consistiram em seis subdoses do herbicida nicosulfuron (0, 2,5; 5; 12,5; 25 e 50 g ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo. Os resultados indicam que a presença da forrageira BRS Zuri suprimiu o crescimento e o desenvolvimento das plantas daninhas. A dose de 50 g ha<sup>-1</sup> causou fitotoxidez nas plantas de milho híbrido B2360PW. A presença da forrageira interferiu negativamente no rendimento de grãos de milho. As doses de herbicida não suprimiram o crescimento da forrageira, dado que a altura e biomassa foram elevadas. Tais resultados indicam a necessidade de ajustes na dosagem, na escolha do híbrido de milho e no momento da aplicação do herbicida, visando minimizar possíveis interferências da forrageira no desempenho da cultura do milho.

**Palavras-chave:** Competição. Herbicida. Plantas daninhas. Sistema integrado de produção. *Zea mays*.

**Use of nicosulfuron in the management of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri  
intercropped with maize**

**ABSTRACT** - The intercropping between maize and tropical forage crops is a commonly used alternative in production systems. However, it is necessary that the management be performed adequately to avoid yield losses of crops by interspecific competition in the initial phase. The subdoses application of selective herbicides to maize is a possibility to suppress forage growth, avoiding competition. Thus, the objective was to evaluate the effects of herbicide nicosulfuron subdoses on the development of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri intercropped with maize and how this simultaneous cultivation influences the weed population, the biometric and productive variables of maize and forage crops. The treatments consisted of six subdoses of the herbicide nicosulfuron (0, 2.5, 5, 12.5, 25 and 50 g ha<sup>-1</sup>) and maize in monoculture. The results indicate that the forage BRS Zuri presence suppressed weed growth and development. The dose of 50 g ha<sup>-1</sup> caused phytotoxicity in hybrid corn plants B2360PW. The presence of the forage crop negatively interfered in the maize grain yield. Herbicide doses did not suppress forage growth since height and biomass were high. These results indicate the need for adjustments in the dosage, in the choice of maize hybrid and in the moment of herbicide application, aiming at minimizing possible interference of the forage in the maize crop performance.

**Keywords:** Competition. Herbicide. Weeds. Integrated production system. *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

A integração lavoura-pecuária (ILP) consiste em uma prática sustentável de cultivo agrícola que tem se expandido consideravelmente, especialmente no bioma Cerrado (REIS *et al.*, 2021). Como vantagens de se utilizar a ILP, tem-se: recuperação de pastagens degradadas (FILHO *et al.*, 2019); maior presença de palhada (CARVALHO *et al.*, 2018); melhoria das condições físico-químicas do solo e ciclagem de nutrientes (BONETTI *et al.*, 2018); controle cultural de plantas daninhas, redução no uso de produtos fitossanitários e insumos básicos (DOMINSCHEK *et al.*, 2021).

Dentre as modalidades de integração, incluem consórcio, rotação e sucessão de culturas. Define-se consórcio como o cultivo integrado de duas ou mais espécies de interesse de forma simultânea em uma mesma área (PARIZ *et al.*, 2017). As opções comumente utilizadas no Cerrado consistem no cultivo simultâneo de milho (*Zea mays*) ou sorgo (*Sorghum bicolor*) com forrageiras dos gêneros *Urochloa* spp. ou *Panicum*.

O interesse por espécies do gênero *Panicum* em sistemas integrados tem crescido nos últimos anos (CRUVINEL *et al.*, 2021), por causa da alta produção de biomassa, sistema radicular profundo, tolerância ao estresse hídrico, qualidade nutricional, rebrota vigorosa, entre outras características agrônômicas que estas espécies apresentam (COSTA *et al.*, 2020). No entanto, tais espécies podem apresentar maior competição intraespecífica com a cultura quando comparado as do gênero *Urochloa* spp. (SANTOS *et al.*, 2019), dificultando a implementação da prática de consórcio.

A aplicação de subdoses de herbicidas seletivos para a cultura de interesse pode ser a alternativa para minimizar o efeito competitivo sobre a cultura granífera imposta pela forrageira consorciada (FREITAS *et al.*, 2018). O objetivo dessa prática é promover o estresse temporário na forrageira, permitindo que a espécie granífera desenvolva-se normalmente, até atingir a capacidade de suprimir o crescimento do capim por meio do sombreamento (LIMA *et al.*, 2019).

Dentre os herbicidas disponíveis para a cultura do milho, tem-se o nicosulfuron. Este herbicida pertence ao grupo químico das sulfonilureias, e sua ação baseia-se na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), que é responsável pela síntese de aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada, como: valina, leucina e isoleucina (CAVALIERI *et al.*, 2008). O nicosulfuron é classificado como sistêmico, sendo utilizado no controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas, em pós-emergência na cultura do milho. Os sintomas em plantas susceptíveis são clorose das folhas, necrose e redução do porte (CAVALIERI *et al.*, 2008). As plantas de milho são consideradas tolerantes ao

nicosulfuron, pois podem detoxificar rapidamente suas moléculas, transformando-as em compostos não fitotóxicos (LIU *et al.*, 2015). Porém, alguns híbridos de milho podem apresentar sensibilidade, dependendo do estágio fenológico da cultura e da dose utilizada (CAVALIERI *et al.*, 2008).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de subdoses do herbicida nicosulfuron na supressão do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri consorciado com milho, sobre a população de plantas daninhas, variáveis biométricas e de produtividade do milho e da forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

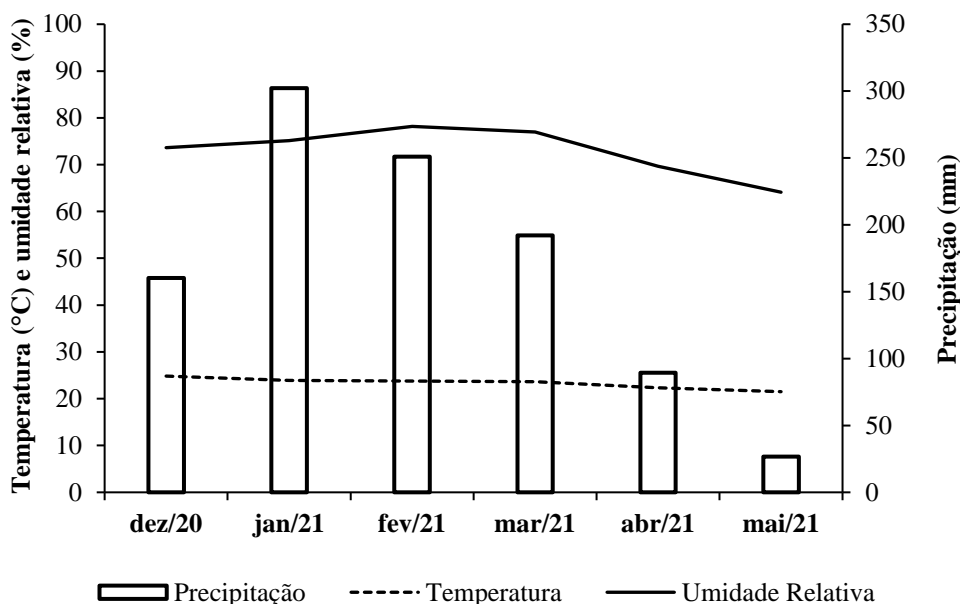
O estudo foi realizado em condições de campo na cidade de Rio Verde, Goiás, sob as coordenadas 17°81'01" S e 50°90'47" W e altitude de 754 m. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018), possui as seguintes características físico-químicas na profundidade de 0-20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>) de 5; P de 23,8 mg dm<sup>-3</sup>; K de 133 mg dm<sup>-3</sup>, Ca de 1,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg de 0,90 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al de 0,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V de 55,9%; MO de 36,1 g dm<sup>-3</sup> e composição de partículas de 48, 8, 44 dag kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente.

O clima da região é classificado como Aw tropical úmido, com chuva no verão e seca no inverno, segundo Köppen. Quanto a precipitação, umidade relativa e temperatura, durante o período do estudo, os dados estão disponíveis na Figura 1 (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2022).

A dessecação da área experimental, foi realizada com o herbicida glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.680 g equivalente ácido (e.a.) ha<sup>-1</sup>, a fim de manejar as espécies invasoras presentes. Após 15 dias, o solo foi preparado para a instalação do experimento, com aração e grade niveladora. A semeadura do milho e da forrageira ocorreu na data de 19/12/2020. A adubação no momento da semeadura consistiu em 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-15 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.



**Figura 1** - Valores médios de precipitação, umidade relativa e temperatura durante a condução do experimento.



O híbrido de milho B2360PW (Brevant) foi semeado com auxílio de uma semeadora múltipla de 4 linhas, espaçadas em 0,45 m entrelinhas, em profundidade de 4 cm, numa população de aproximadamente 66.666 plantas ha<sup>-1</sup>. Já a forrageira BRS Zuri foi semeada a lanço manualmente, utilizando a taxa de semeadura de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 79% de Valor Cultural (VC).

As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 18 m<sup>2</sup> (oito linhas de cinco metros de comprimento). A área útil consistiu nas quatro linhas centrais. O delineamento foi em blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em seis subdoses do herbicida nicosulfuron (0; 2,5; 5; 12,5; 25; 50 g ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo.

A aplicação do nicosulfuron (NICO<sup>®</sup>) foi realizada 20 dias após a emergência (DAE) da cultura milho, quando a forrageira apresentava cerca de dois perfilhos. Para isso, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, contendo quatro pontas de pulverização espaçadas entre 0,5 m. A taxa de aplicação consistiu em 200 L ha<sup>-1</sup>, a pressão de 2,0 bar. Em todos os tratamentos adicionou-se atrazina (Aclamado BR<sup>®</sup>) na dose de 1.500 i.a. ha<sup>-1</sup>, a fim de promover o controle de plantas daninhas de folhas largas.

Para o tratamento do milho em monocultivo, além do atrazina (Aclamado BR<sup>®</sup>), também foi aplicado o herbicida glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. As condições climáticas no momento da aplicação foram mensuradas com auxílio de um

termo-higro-anemômetro, sendo a umidade relativa do ar de 45,7%, temperatura do ar de 28°C e a velocidade do vento de 2,2 m s<sup>-1</sup>.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em todas as parcelas, no estágio fenológico V4, cerca de 28 DAE do milho. Utilizou-se a dose de 150 kg de N. Os inseticidas Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup> - 150 g/L) na dose 0,15 litros do produto comercial por hectare; Chlorpirifós (Capataz<sup>®</sup> - 480 g/L) + Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup> - 150 g/L) nas doses de 1 litro do produto comercial por hectare e 0,15 litros do produto comercial por hectare e Tiametoxam (Engeo Pleno<sup>TM</sup> S - 141 g/L) na dose de 0,25 L p.c. ha<sup>-1</sup>, foram aplicados aos 7, 12, 27 DAE, respectivamente, para a taxa de aplicação de 170 L ha<sup>-1</sup> em todas as aplicações.

As avaliações referentes a comunidade infestante foram realizadas aos 45 e 110 dias após a aplicação do herbicida (DAA). Foram coletadas 03 amostras por parcela, de forma aleatória, utilizando um quadrado com área de 0,25 m<sup>2</sup>. As plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, identificadas, quantificadas e separadas a nível de espécie. Posteriormente, foram acondicionadas em sacos de papel e dispostas em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura de 65°C por 72 horas, para posterior pesagem.

As avaliações de fitotoxicidade na cultura do milho provocada pela ação do herbicida nicosulfuron foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 DAA, com base em observações visuais e atribuição de notas que variam de 0 para as plantas normais, iguais ao controle, e 100 para as plantas mortas, conforme escala EWRC (Tabela 1), modificada por Frans (1972). A atribuição das notas foi executada por três avaliadores, em todas as épocas de avaliação, sendo considerado o percentual médio das três notas de cada parcela experimental.

**Tabela 1** - Escala visual de fitotoxicidade utilizada para avaliar a sensibilidade das plantas de milho após a aplicação do herbicida nicosulfuron.

Escala	Toxicidade (%)	Característica da Toxicidade
1	0	Nula
2	1 – 3,5	Muito Leve
3	3,5 – 7,0	Leve
4	7,0 – 12,5	Nenhum reflexo na produção
5	12,5 – 20,0	Média
6	20,0 – 30,0	Quase forte
7	30,0 – 50,0	Forte
8	50,0 – 99,0	Muito forte
9	100	Morte das plantas

Fonte: EWRC (European Weed Research Council), modificado por Frans (1972).

As variáveis biométricas do milho, altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e diâmetro do colmo (DC) foram mensuradas no momento do florescimento da cultura, aos 64 DAA do nicosulfuron. Para isso, selecionaram-se cinco

plantas da área útil de cada parcela. A altura de plantas foi mensurada desde o solo até a folha bandeira; a altura de inserção de primeira espiga, desde o solo até inserção da espiga e o diâmetro do colmo, numa altura de 3 cm em relação ao solo. Para as variáveis de altura utilizou-se régua graduada em cm. Já o diâmetro foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital.

A colheita do milho foi realizada manualmente aos 129 DAE da cultura. A área útil colhida consistiu em 4 linhas de 3 m de comprimento, a fim de mensurar o rendimento de grãos (RG). A separação dos grãos e sabugo foi realizado com auxílio de trilhadeira e em seguida pesou-se os grãos debulhados. Cinco espigas da área útil foram utilizadas para determinar o número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa de mil grãos (MMG) e número total de grãos (NTG). O rendimento e a massa de mil grãos foram corrigidos para 13% de teor de água.

As avaliações de altura, relação folha-colmo e biomassa da forrageira foram realizadas após a colheita do milho, cerca de 135 DAE. A altura foi mensurada com régua graduada em cm, tendo como base a altura do dossel em dois pontos por parcela. A biomassa foi mensurada a partir do corte de uma área útil de 2 m<sup>2</sup>. A forrageira foi cortada com auxílio de cutelo a 30 cm de altura em relação ao solo. O material coletado foi pesado e uma alíquota de 500g foi retirada. Em laboratório, separou-se as folhas e colmo da alíquota para determinar a relação folha-colmo. Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel e levado para a estufa por 72 horas à temperatura de 65°C. Após a secagem, o material foi pesado e os valores convertidos para ton ha<sup>-1</sup>.

O comportamento da comunidade infestante foi determinado através da IR, calculada pelos índices fitossociológicos de frequência, densidade e dominância (PITELLI, 2000; MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). As plantas daninhas listadas de acordo com a sua IR foram nomeadas com base no código EPPO (2023). Os resultados obtidos para densidade e massa seca de plantas daninhas, variáveis do milho e da forrageira foram submetidos a análise de regressão e ajustadas de acordo com a simplicidade, significado biológico e coeficiente de determinação. Já as avaliações de fitotoxicidade na cultura do milho foram submetidas ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A normalidade dos dados foi previamente verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das avaliações da comunidade infestante, realizadas aos 45 (Tabela 2) e 110 DAA (Tabela 3), observou-se a presença das espécies: picão-preto (*Bidens pilosa* - BIDPI), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* - ACAHI), mentrasto (*Ageratum conyzoides* - AGECO) e buva (*Conyza bonariensis* - CONBO), todas pertencentes a família Asteraceae; capim-colchão (*Digitaria horizontalis* - DIGHO), capim-custódio (*Pennisetum setosum* - PENSE), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* - ELEIN) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* - CENEC) pertencentes à família Poaceae;

**Tabela 2** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 45 DAA do nicosulfuron.

Espécies	Doses (g ha <sup>-1</sup> )							Média (%)
	MM	0	2,5	5	12,5	25	50	
ACAH	12,22	5,11	0	0	0	8,14	4,46	4,27
ALTTE	19,20	0	0	0	0	0	5,56	3,53
BIDPI	8,71	0	0	11,59	15,16	18,28	32,19	12,27
CENEC	16,16	0	0	0	0	0	9,80	3,71
COMBE	2,57	0	0	0	0	0	0	0,36
DIGHO	0	0	0	0	0	0	7,8	1,11
ELEIN	18,28	39,54	16,30	9,66	13,87	14,58	14,56	18,11
NICPH	0	1,59	9,48	6,02	2,70	7,00	6,43	4,74
RICCO	22,89	53,87	74,22	72,78	68,26	52,00	19,31	51,90

\**Acanthospermum hispidum* (ACAH), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Cenchrus echinatus* (CENEC), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Nicandra physaloides* (NICPH), *Ricinus communis* (RICCO). MM: milho em monocultivo.

Ainda, evidenciou-se a presença de quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* - PHYNI), erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta* - CHAHI) e mamona (*Ricinus communis* - RICCO) pertencentes à família Euphorbiaceae; apaga-fogo (*Alternanthera tenella* - ALTTE) da família Amaranthaceae; trapoeraba (*Commelina benghalensis* - COMBE) da família Commelinaceae; joá-de-capote (*Nicandra physaloides* - NICPH) pertencente à família Solanaceae; poaia-branca (*Richardia brasiliensis* - RICBR) da família Rubiaceae e guanxuma (*Sida rhombifolia* - SIDRH) da família Malvaceae, totalizando nas duas épocas 16 espécies, distribuídas em oito famílias

**Tabela 3** - Importância relativa das espécies de plantas daninhas avaliadas aos 110 DAA do nicosulfuron.

Espécies	Doses (g ha <sup>-1</sup> )							Média (%)
	MM	0	2,5	5	12,5	25	50	
ACAHI	0	0	0	0	0	0	8,81	1,26
AGECO	9,28	0	0	2,08	0	0,62	3,20	2,17
ALTTE	18,96	100	0	10,46	57,41	51,43	37,50	39,39
BIDPI	7,83	0	0	11,43	1,66	2,20	6,21	4,19
CHAHI	0	0	0	0	0	0	8,78	1,25
COMBE	11,21	0	100	39,33	25,08	6,02	2,71	26,34
CONBO	19,56	0	0	17,13	4,01	20,10	11,08	10,26
ELEIN	12,37	0	0	0	2,46	0	7,01	3,13
PENSE	8,33	0	0	0	0	0	8,47	2,41
PHYNI	0	0	0	0	0	9,94	0	1,42
RICBR	0	0	0	0	0	9,70	0	1,38
RICCO	12,46	0	0	0	9,38	0	6,22	4,01
SIDRH	0	0	0	19,56	0	0	0	2,79

\**Acanthospermum hispidum* (ACAHI), *Ageratum conyzoides* (AGECO), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Chamaesyce hirta* (CHAHI), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Conyza bonariensis* (CONBO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Pennisetum setosum* (PENSE), *Phyllanthus niruri* (PHYNI), *Richardia brasiliensis* (RICBR), *Ricinus communis* (RICCO), *Sida rhombifolia* (SIDRH). MM: milho em monocultivo.

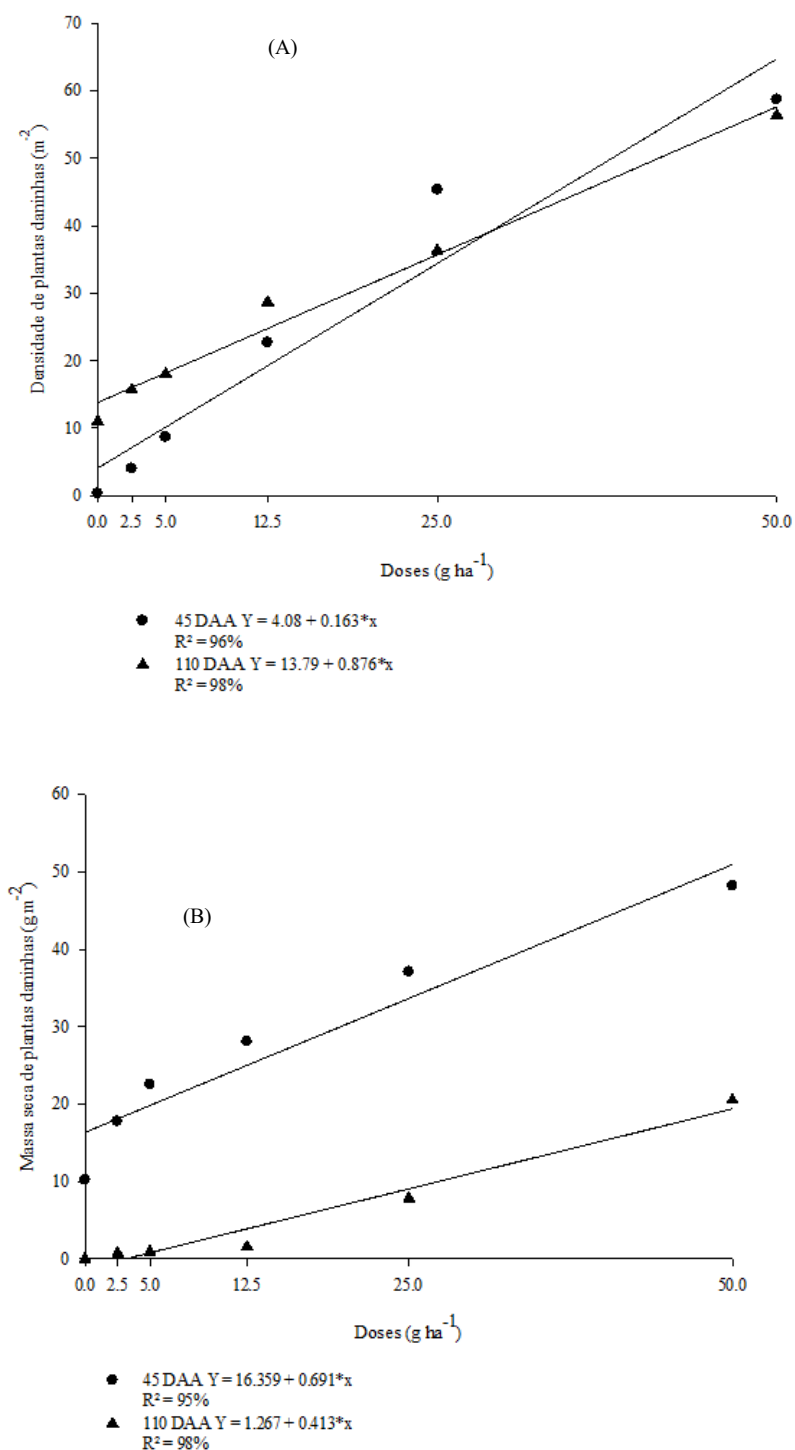
Aos 45 DAA do nicosulfuron (Tabela 2), observa-se maiores valores de IR para RICCO, ELEIN e BIDPI, com valores médios de 51,9; 18,11 e 12,27%, respectivamente. O IR é um indicador que destaca a importância de cada espécie dentro da comunidade infestante. Neste estudo, foi observado que as plantas daninhas em questão foram as mais importantes em termos de infestação, portanto, problemáticas na área de estudo. As demais espécies de plantas daninhas apresentaram valores de IR baixos no período amostrado. Ainda, no mesmo período amostrado, nota-se maior diversidade de plantas daninhas nos tratamentos milho em monocultivo e na dose de 50 g ha<sup>-1</sup>.

Aos 110 DAA (Tabela 3), ALTTE, COMBE e CONBO foram as espécies mais importantes, com valores de IR de 39,39; 26,34 e 10,26%, respectivamente. Evidencia-se, também, maior diversidade de espécies nos tratamentos milho em monocultivo, e nas doses de 25 e 50 g ha<sup>-1</sup>. Características biológicas como variedade dos mecanismos de disseminação, ciclo de vida, alta produção de sementes, fácil adaptação, entre outras, podem justificar a importância dessas espécies em ambos os períodos amostrados.

Para densidade (Figura 2A) e massa seca (Figura 2B) de plantas daninhas observa-se o aumento dessas variáveis de acordo com o aumento das doses do herbicida em ambos os períodos de avaliação (45 e 110 DAA). Podendo ser explicado, porque com o aumento das doses a cobertura imposta pela forrageira nas parcelas não foi homogênea e densa, facilitando a emergência e o desenvolvimento das espécies invasoras. Além disso, pode-se observar elevação da densidade e massa seca no tratamento em monocultivo,

evidenciando que a presença da forrageira consiste em eficiente controle cultural das plantas daninhas no sistema.

**Figura 2** - Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 45 e 110 DAA do herbicida nicosulfuron. Densidade de plantas daninhas em MM (45 DAA): 55.16 plantas  $m^{-2}$  e (110 DAA): 89.24 plantas  $m^{-2}$ . Massa seca de plantas daninhas em MM (45 DAA): 16.88  $g m^{-2}$  e (110 DAA): 97.60  $g m^{-2}$ .



\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

O cultivo de forrageiras tropicais perenes em consórcio, a exemplo das do gênero *Panicum*, pode apresentar maior impacto na supressão de plantas daninhas quando comparado a cultura granífera em monocultivo (KRUCHELSKI *et al.*, 2019) e auxiliar diretamente no manejo eficiente de plantas daninhas e são coerentes com os resultados encontrados neste estudo, tanto para densidade (Figura 2A), quanto para massa seca (Figura 2B) de plantas daninhas, demonstrando efeitos ascendentes lineares, indicando a participação da forrageira no controle cultural das espécies invasoras. Aos 45 e 110 DAA o aumento da densidade de plantas daninhas foi de 0.163 e 0.876 plantas m<sup>-2</sup> a cada grama de nicosulfuron aplicada, respectivamente. Já a massa seca de plantas daninhas aumentou 0.691 e 0.413 g m<sup>-2</sup> aos 45 e 110 DAA, a cada grama do produto, respectivamente.

Embora seja necessário considerar alguns fatores como a capacidade competitiva, tempo de emergência das plantas daninhas, espécies infestantes, cobertura do solo e manejo, a presença da forrageira pode reduzir a aplicação de herbicidas dentro do sistema de produção no decorrer dos anos, resultando em redução de custos para o produtor (DOMINSCHEK *et al.*, 2021).

No estudo de Ferreira *et al.* (2018) conduzido por três anos no bioma Cerrado, os autores evidenciaram que a biomassa média de 10.857 kg ha<sup>-1</sup> de *P. maximum* auxiliou no controle de plantas daninhas como *A. tenella*, *C. benghalensis*, *S. rhombifolia*, *B. pilosa*, *E. indica*, entre outras, e para Summers *et al.* (2021) é capaz de reduzir a densidade e massa seca de espécies invasoras e conseqüentemente facilita o controle em culturas sucessoras.

Para as variáveis biométricas e produtivas da cultura do milho (Tabela 4), observa-se diferença significativa para as variáveis AP, AE, CE, MMG, NTG e RG sendo que a dose mais elevada (50 g ha<sup>-1</sup>) demonstrou os valores mais reduzidos nessas variáveis. Por outro lado, não houve diferença significativa para as demais variáveis analisadas, ou seja, DC, NFE e DE.

Conforme a Tabela 4, cada grama de nicosulfuron aplicada reduziu 0,0065 m de altura das plantas de milho, representando redução de aproximadamente 16% em relação ao tratamento sem a aplicação do herbicida. Para a variável AE, houve a redução de 0,004 m de altura por cada grama aplicado. Já o CE, reduziu 0,029 cm a cada grama do herbicida.

Para as variáveis de produtividade do milho, a MMG e NTG foram inferiores com a dose de 50 g ha<sup>-1</sup>, apresentando valores de 225 gramas e 2865 grãos, correspondendo a a

redução de 24,5 e 10,5%, respectivamente, quando comparadas ao tratamento sem herbicida. Destaque maior para o rendimento de grãos, cujo decréscimo foi de 0,040 ton a partir da aplicação de cada grama do herbicida.

**Tabela 4** - Altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em função da aplicação de diferentes doses do herbicida nicosulfuron.

Variáveis	Doses (g ha <sup>-1</sup> )						Regressão	MM	CV%
	0	2.5	5	12.5	25	50			
AP (m)	2,09	2,09	2,09	2,08	2,08	1,75	$\hat{Y} = 2,13 - 0,0065x$ ; R <sup>2</sup> = 82%*	2,09	6,23
AE (m)	1,08	1,08	1,08	1,07	1,03	0,87	$\hat{Y} = 1,10 - 0,004x$ ; R <sup>2</sup> = 92%*	1,10	7,64
DC (mm)	23,37	23,49	23,81	23,90	23,19	22,98	$\hat{Y} = \bar{Y} = 23,659^{ns}$	24,30	1,93
NFE	16,6	17,1	17,2	17,4	16,7	16,2	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,1179^{ns}$	17,7	3,03
CE (cm)	16,86	16,72	17,00	16,59	16,49	15,38	$\hat{Y} = 16,96 - 0,029x$ ; R <sup>2</sup> = 90%*	17,48	3,87
DE (mm)	45,77	44,94	46,94	47,51	46,15	44,43	$\hat{Y} = \bar{Y} = 46,18x^{ns}$	47,22	3,51
MMG (g)	236	265	267	273	256	225	$\bar{Y} = 198,6 + 44,8x - 6,7x^2$ ; R <sup>2</sup> = 97%*	298	9,29
NTG	2930	3053	3082	3124	3023	2865	$\bar{Y} = 2729,3 + 229,9x - 34,3x^2$ ; R <sup>2</sup> = 96%*	3202	3,75
RG (ton ha <sup>-1</sup> )	7,48	7,45	7,44	7,59	7,60	5,36	$\bar{Y} = 7,77 - 0,040x$ ; R <sup>2</sup> = 84%*	9,70	16,76

MM: Milho em monocultivo; ns: não significativo; \*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

O milho em monocultivo produziu 9,70 ton ha<sup>-1</sup>, podendo inferir que a competição imposta pela forrageira interferiu no rendimento de grãos, visto que produtividades menores foram observadas nos demais tratamentos. Tais resultados sugerem que a interação entre as plantas pode ser fator determinante na produtividade agrícola e devem ser levados em consideração em estudos futuros.

Já na maior dose do herbicida (50 g ha<sup>-1</sup>), a produtividade foi de 5,36 ton ha<sup>-1</sup>, redução de aproximadamente 45% quando comparado ao tratamento MM, indicando alta sensibilidade do híbrido ao nicosulfuron (Figura 3), conforme indicado na Tabela 5, cujos resultados demonstram fitointoxicação na ordem de 41, 42, 39 e 37%, aos 7, 14, 21 e 28 DAA, respectivamente. Já em doses menores as plantas não evidenciaram sintomas de fitointoxicação ao longo do período avaliado.

**Tabela 5** - Fitotoxicidade de plantas de milho em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron.

Fitointoxidez	Doses g ha <sup>-1</sup>					
	0	2.5	5	12.5	25	50
7 DAA	0	0	0	0	0	41
14 DAA	0	0	0	0	0	42
21 DAA	0	0	0	0	0	39
28 DAA	0	0	0	0	0	37



**Figura 3** - Sintomas de fitotoxicidade das plantas de milho (híbrido B2360PW) após a aplicação da dose de 50 g ha<sup>-1</sup> do herbicida nicosulfuron (NICO<sup>®</sup>).

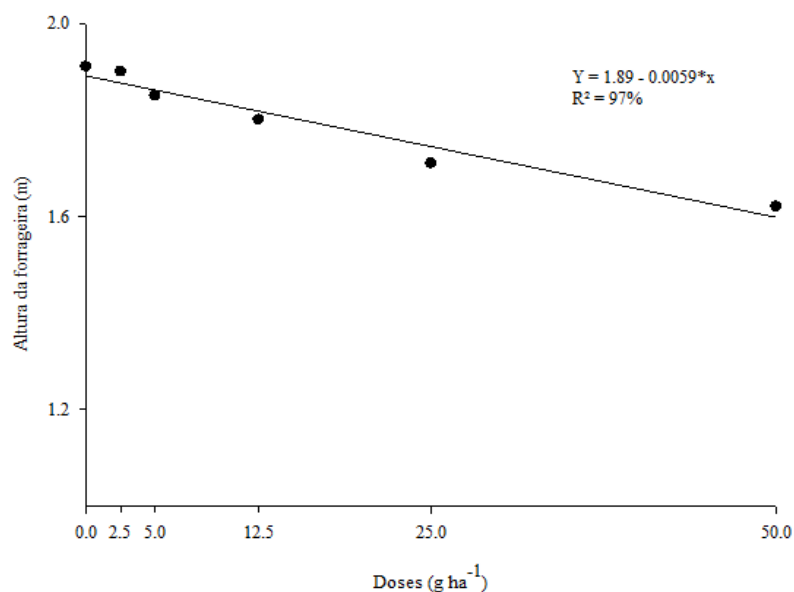


Os resultados obtidos neste estudo são similares aos encontrados por Barroso *et al.* (2012), que demonstram os efeitos fitotóxicos da mistura de nicosulfuron + atrazine (40 + 3000 g ha<sup>-1</sup>) foi suficiente para reduzir a massa de mil grãos de três diferentes híbridos de milho estudados (BMX61, BMX750 e NB7405). Adicionalmente, os autores reportaram perdas médias de 10,7 sacas por hectare quando comparado ao tratamento controle. No caso deste estudo, a aplicação ocorreu 19 dias após a emergência do milho. Esses achados reforçam a importância de considerar o momento de aplicação do herbicida e suas possíveis interações com as plantas cultivadas, a fim de minimizar possíveis prejuízos à produtividade agrícola.

No estudo de Galon *et al.* (2018) foi observado que a aplicação do herbicida nicosulfuron na dose de 60 g ha<sup>-1</sup> resultou em significativa redução da massa de mil grãos para o híbrido de milho em estudo (SYN7B28). Por outro lado, em pesquisa recente realizada por Wehrmeister *et al.* (2022), embora não tenha sido evidenciado efeito sobre a produtividade dos híbridos estudados, foi possível inferir que estes apresentam sensibilidade ao herbicida nicosulfuron dado que foram observados valores de fitotoxicidade de até 38,3% na dose de 52 g ha<sup>-1</sup>.

Observou-se na Figura 4, redução significativa de 0,0059 m na altura da forrageira a cada aumento de 1g ha<sup>-1</sup> do herbicida, sendo que a ação do nicosulfuron foi responsável por 97% desse efeito.

**Figura 4** - Altura da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron.



\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

Resultados contraditórios foram observados por Cruvinel *et al.* (2021), que evidenciaram redução de 20% na altura da forrageira BRS Zuri, conduzido em casa de vegetação após a aplicação de 15,6 g ha<sup>-1</sup>, em comparação ao tratamento sem a aplicação do nicosulfuron. Considerando a significativa redução na altura da forrageira na dose de 50 g ha<sup>-1</sup>, pode-se inferir que o nicosulfuron exerceu efeito tóxico sobre a cultura. De qualquer modo, os resultados obtidos indicam que mesmo em doses elevadas, o herbicida não foi capaz de suprimir o crescimento da forrageira.

Destaca-se que a altura da forrageira é importante fator a ser considerado no manejo do consórcio com milho, tendo em vista que quando essa medida ultrapassa a altura de inserção da espiga, a colheita mecânica pode ser comprometida, resultando em perda de produtividade e qualidade dos grãos.

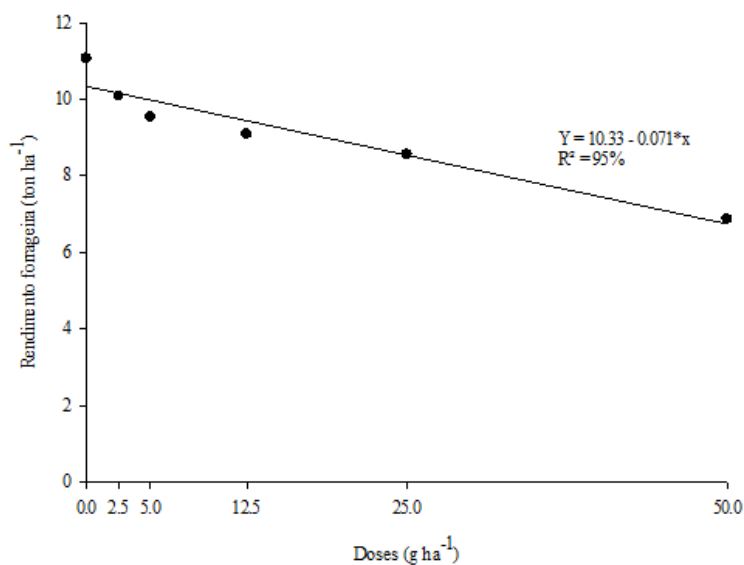
O padrão de crescimento da forrageira pode ser resultado da competição intraespecífica por luz e espaço dentro das parcelas, e por consequência maior alongamento do colmo. Cruz *et al.* (2021), relatam que o sombreamento pode interferir diretamente nas características morfogênicas da forrageira, evidenciando que quanto maior o nível de sombra imposto, maior a taxa de alongamento do colmo.

O rendimento da forrageira (Figura 5) apresentou decréscimo linear de 0.071 ton ha<sup>-1</sup> a partir do aumento de 1 grama, sendo que 95% da variação na variável pode ser atribuída

às doses aplicadas do nicosulfuron. Os resultados indicam efeito fitotóxico do herbicida para essa variável, tendo em vista que o aumento das doses o rendimento da biomassa diminuiu.

Tais resultados evidenciam que o milho não exerceu o efeito competitivo sobre a forrageira. Além disso, esse comportamento pode estar ligado as características morfológicas da forrageira BRS Zuri, juntamente com a realização da semeadura no período de safra, e a precipitação auxiliou o desenvolvimento da forragem (Figura 1), mesmo após a aplicação do herbicida.

**Figura 5** - Rendimento da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron.



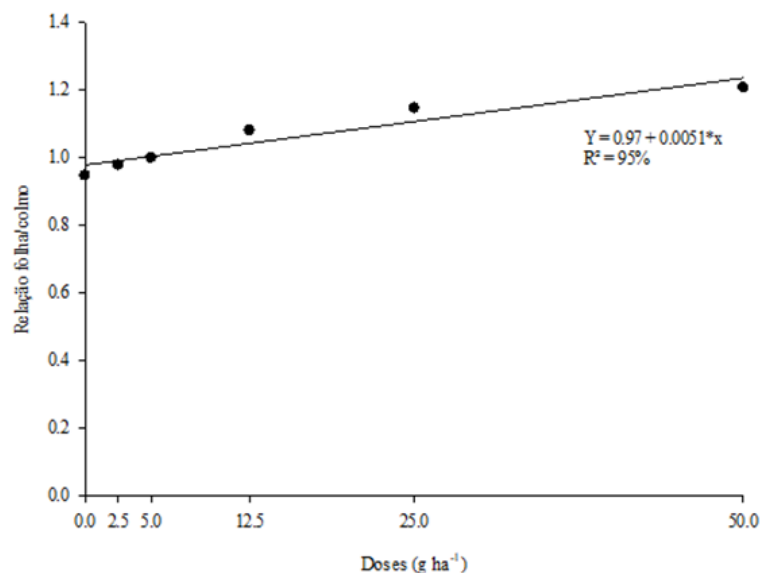
\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

De acordo com Silva *et al.* (2020), a forrageira BRS Zuri apresenta características de fácil estabelecimento, crescimento inicial vigoroso, alta produção de biomassa, recuperação das condições adversas e agressividade, atributos esses que contribuem para corroborar tais resultados. No estudo de Cruvinel *et al.* (2021), os autores evidenciaram que a forrageira BRS Zuri apresentou maiores valores de altura e rendimento de biomassa em comparação a demais forrageiras como *U. ruziziensis*, *P. maximum* cv. BRS Tamani e BRS Quênia, após a aplicação do herbicida nicosulfuron nas doses de 7,8 e 15,6 g e.a. ha<sup>-1</sup>, demonstrando seu alto potencial competitivo em relação as outras espécies.

A variável relação folha-colmo da forrageira apresentou crescimento linear de 0.0051 a partir do aumento de 1 g ha<sup>-1</sup> do herbicida, sendo que 95% da resposta dessa variável se

deve a ação do nicosulfuron (Figura 6). É importante ressaltar que os valores encontrados estão próximos à média de 1, considerados críticos (SANTOS *et al.*, 2017).

**Figura 6** - Relação folha-colmo da forrageira BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida nicosulfuron.



\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

Os resultados podem ser explicados porque houve competição intraespecífica, induzindo a projeção foliar e a captação de luz para a realização dos processos fotossintéticos da forrageira. Para Echeverria *et al.* (2016), o alto valor da fração colmo, deve-se a competição por luz entre as plantas, levando ao menor acúmulo de área foliar e conseqüentemente a redução dos teores de proteína, digestibilidade e o menor consumo pelo animal.

Vale acrescentar que aos 135 DAE a forrageira estava em fase de florescimento, fase caracterizada pela maior emissão de colmo e conseqüente redução da área foliar. Tais alterações morfológicas, como alongamento do colmo, maior proporção de celulose, lignina, paralisação da emissão de novas folhas, senescência foliar, entre outras, conforme afirmado por Tesk *et al.* (2018). Todas essas adaptações, por sua vez, podem afetar significativamente os valores críticos da relação folha-colmo, como evidenciado no presente estudo.

Com base nos resultados expostos, conclui-se que a presença da forrageira reduziu a densidade e massa seca de plantas daninhas, desempenhando o controle cultural na área de estudo. A dose de 50 g ha<sup>-1</sup> causou efeito fitotóxico nas plantas de milho, interferindo

de forma negativa nas variáveis de altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga, além dos componentes de produtividade.

A competição interespecífica entre as espécies aqui estudadas reduziu de forma significativa o rendimento de grãos de milho, embora a produção de biomassa da forrageira não tenha sido afetada pelo consórcio com a cultura granífera. Nenhuma das doses estudadas foi suficiente para suprimir o crescimento da forrageira, uma vez que suas características intrínsecas de agressividade foram determinantes para a manutenção do seu crescimento e pelo fato que o experimento foi realizado em condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

Assim, sugere-se a realização de novos estudos em diferentes condições experimentais, como época do ano e diferentes híbridos com vistas a determinar a dose ótima do herbicida nicosulfuron para a adoção eficiente do consórcio entre a forrageira BRS Zuri e o milho, minimizando possíveis interferências entre as culturas.

### CONCLUSÃO

1. A presença da forrageira promoveu a supressão de plantas daninhas.
2. O híbrido de milho estudado apresentou sensibilidade ao herbicida nicosulfuron, conforme evidenciado pela fitointoxicação das plantas.
3. O rendimento de milho foi afetado pelo cultivo simultâneo com a forrageira.
4. As doses de herbicida não suprimiram o crescimento da forrageira, dado que a altura e biomassa foram elevados.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, pela estrutura e suporte disponibilizados e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro para realizar este estudo.

### REFERÊNCIAS

- BARROSO, A. L. L. *et al.* Selectivity of nicosulfuron and atrazine on different corn hybrids. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 4, p. 255-262, 2012.
- BONETTI, J. A. *et al.* Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian *Cerrado*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1239-1247, 2018.

- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of animal science**, v. 96, n. 8, p. 3513-3525, 2018.
- CAVALIERI, S. D. *et al.* Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, v. 26, p. 203-214, 2008.
- COSTA, L. N. *et al.* Produtividade de forragem e morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* nos cerrados de Roraima. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e652986054-e652986054, 2020.
- CRUVINEL, A. G. *et al.* Effects of herbicide underdoses on the vegetative development of *Panicum maximum* cultivars. **Científica**, v. 49, n. 3, p. 121-127, 2021.
- CRUZ, N. T. *et al.* Fatores que afetam as características morfológicas e estruturais de plantas forrageiras. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e5410716180-e5410716180, 2021.
- DOMINSCHKE, R. *et al.* Crop rotations with temporary grassland shifts weed patterns and allows herbicide-free management without crop yield loss. **Journal of Cleaner Production**, v. 306, p. 127140, 2021.
- ECHEVERRIA, J. R. *et al.* Acúmulo de forragem e valor nutritivo do híbrido de *Urochloa* 'BRS RB331 Ipyporã' sob pastejo intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 880-889, 2016.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5.ed. Embrapa, Rio de Janeiro, Brazil, 2018, 208p.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Global Data base, 2023. Disponível em: < <https://gd.eppo.int/photos/plantae> > acesso em 1 de março, 2023.
- FERREIRA, A. C. D. B *et al.* Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 566-574, 2018.
- FILHO, W. S. *et al.* Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: Trade-offs between animal performance and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 968-975, 2019.
- FRANS R.E. Measuring plant responses. In: WILKINSON RE. (Ed.) Research methods in weed science. Puerto Rico: Southern Weed Science Society. p.28-41, 1972.
- FREITAS, M. A. M. *et al.* Biological attributes of soil cultivated with corn intercropped with *Urochloa brizantha* in different plant arrangements with and without herbicide application. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 254, p. 35-40, 2018.
- GALON, L. *et al.* Chemical management of weeds in corn hybrids. **Weed biology and management**, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018.
- KRUCHELSKI, S. *et al.* *Panicum maximum* cv. Aries establishment under weed interference with levels of light interception and nitrogen fertilization. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.

- LIMA, S. F. *et al.* Suppression of *Urochloa brizantha* and *U. Ruziziensis* by glyphosate underdoses. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 581-589, 2019.
- LIU, X. *et al.* RNA-Seq transcriptome analysis of maize inbred carrying nicosulfuron-tolerant and nicosulfuron susceptible alleles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 3 p. 5975-5989, 2015.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. A. Aims and methods of vegetation ecology. New York, London, Sydney, Toronto: **John Wiley & Sons**, 1974. 574 p.
- PARIZ, C. M. *et al.* Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. **Agricultural Systems**, v. 151, p. 1-11, 2017.
- PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J Conserb.** v.1, n. 2, p.1-7, 2000.
- REIS, J. C. *et al.* Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian *Cerrado* and Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 283, p. 124580, 2021.
- SANTOS, G. O. *et al.* Relação folha-colmo de brachiaria (*Urochloa brizantha*) fertirrigada com efluente de esgoto tratado. **Ciência & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2017.
- SANTOS, J. *et al.* Agronomic and productive characteristics of sunflower intercropped with forage in a crop-livestock integration system. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 514-525, 2019.
- SILVA, E. B. *et al.* Chemical composition of *Panicum maximum* 'BRS Zuri' subjected to levels of salinity and irrigation depths. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, 2020.
- SUMMERS, H. *et al.* Integrated weed management with reduced herbicides in a no-till dairy rotation. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 4, p. 3418-3433, 2021.
- TESK, C. R. M. *et al.* Impact of grazing management on forage qualitative characteristics: a review. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 5, 2018.
- WEHRMEISTER, R. *et al.* Glufosinate, nicosulfuron and combinations in the performance of maize hybrids with the pat gene. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, p. e20218175, 2022.

### CAPÍTULO III - DETERMINAÇÃO DE SUBDOSES DE TEMBOTRIONE NO CONSÓRCIO ENTRE *Panicum maximum* cv. BRS ZURI e MILHO

(Normas da Revista Caatinga)

**RESUMO** – Nos últimos anos, a integração dos sistemas de produção agropecuário vem aumentando exponencialmente em áreas agricultáveis no Brasil. No sistema consorciado com milho, as forrageiras podem ser manejadas com subdoses de herbicidas, a fim de evitar perdas de rendimento das culturas devido à competição estabelecida no período de convivência. Embora seja uma alternativa disponível, estudos com forrageiras difundidas nos últimos anos ainda são escassos na literatura. Assim, objetivou-se avaliar subdoses de tembotrione, na supressão da forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, consorciada com milho e como essa associação reflete na dinâmica de plantas daninhas, nos componentes de produtividade do milho e no rendimento da forrageira. O experimento foi realizado em condições de campo sob delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis subdoses de tembotrione (0; 3,78; 7,56; 18,9; 37,8; 75,6 g i.a ha<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo. Os resultados indicam que o consórcio entre o milho e a forrageira BRS Zuri reduziu a infestação de plantas daninhas. Não foram observadas perdas de rendimento para ambas as culturas durante o período de consorciação. As subdoses do herbicida tembotrione não foram suficientes para suprimir o crescimento de *P. maximum*, dado os valores elevados de altura de plantas e rendimento forrageiro, sugerindo que as plantas detoxificaram o herbicida aplicado. Destarte, torna-se necessário a realização de estudos relacionados com o ajuste da dosagem levando em conta as condições climáticas e época de aplicação.

**Palavras-chave:** Inibidores de carotenoides. Sistemas integrados de produção. Plantas daninhas. *Zea mays* L.



**DETERMINATION OF TEMBOTRIONE SUBDOSES IN THE  
INTERCROPPED *Panicum maximum* cv. BRS ZURI and MAIZE**

**ABSTRACT** - In recent years, the integration of agricultural production systems has increased exponentially in agricultural areas in Brazil. In the system intercropped with maize, forage plants can be managed with subdoses of herbicides, to avoid yield losses of crops due to competition established during the coexistence period. Although it is a readily available alternative, studies with forage plants broadcasted in recent years are still scarce in the literature. Thus, the objective was to evaluate tembotrione subdoses in the suppression of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, intercropped with maize and how this association reflects on weed dynamics, maize yield components and forage yield. The experiment was conducted under field conditions in a randomized block design with four repetitions. The treatments consisted of six tembotrione subdoses (0; 3.78; 7.56; 18.9; 37.8; 75.6 g i.a ha<sup>-1</sup>) and maize in monoculture. The results indicate that the intercropping between maize and the forage BRS Zuri reduced weed infestation. No yield losses were observed for both crops during the intercropping period. The tembotrione herbicide subdoses were not sufficient to suppress the growth of *P. maximum*, given the high values of plant height and forage yield, suggesting that the plants detoxified the herbicide applied. Thus, it is necessary to conduct further studies related to the adjustment of the dosage considering the climatic conditions and the time of application.

**Keywords:** Carotenoid inhibitors. Integrated production systems. Weeds. *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

Em escala global, há crescente preocupação com a intensificação dos sistemas de produção agrícola, uma vez que essas práticas são impulsionadas pela grande utilização de recursos não renováveis que podem prejudicar a sustentabilidade ambiental a longo prazo (LEMAIRE *et al.*, 2014). Neste contexto, um dos desafios encontrados nos sistemas agrícolas, consiste em equilibrar o aumento da produtividade com a redução das áreas cultivadas (ROESCH-MCNALLY; ARBUCKLE; TYNDALL, 2018).

O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), pode ser considerado uma abordagem moderna e conservacionista de cultivos agrícolas em uma mesma área, seja nas modalidades de consórcio, sucessão ou rotação, buscando o sinergismo entre elas (SILVA *et al.*, 2021). A adoção do SIPA pode possibilitar no decorrer dos anos, maior rentabilidade para o produtor, benefícios ambientais e menor vulnerabilidade da produção, quando comparado às atividades em monocultivo (CARVALHO *et al.*, 2018).

Nas condições do Cerrado brasileiro, o cultivo simultâneo de culturas graníferas, como o milho (*Zea mays* L.) com forrageiras dos gêneros *Urochloa* spp. ou *Panicum*, tem aumentado consideravelmente (REIS *et al.*, 2021). Nos últimos 10 anos, instituições privadas e públicas têm contribuído para o desenvolvimento de mais de 15 novas cultivares forrageiras melhoradas do gênero *Panicum* (CRUVINEL *et al.*, 2021), evidenciando que essas espécies podem ser alternativas promissoras a serem incorporadas no sistema integrado.

No entanto, quanto maior o número de culturas cultivadas simultaneamente em uma mesma área, mais complexo é o sistema de produção e maior atenção deve-se ter com o manejo. Um dos fatores que podem limitar essa prática, consiste na competição entre as culturas (DA SILVA *et al.*, 2020). Assim, a aplicação de subdoses de herbicidas seletivos ao milho pode ser uma estratégia viável para limitar o desenvolvimento inicial da forrageira, reduzindo a competição interespecífica, evitando perdas na produtividade ou na qualidade do produto colhido (FREITAS *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2019).

Dentre os herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho há os inibidores da biossíntese de carotenoides, como o tembotrione. Esse herbicida apresenta amplo espectro de ação sobre as plantas daninhas, inibindo a enzima 4-hidroxifenilpiruvato-dioxigenase (HPPD) (GROSSMANN; EHRHARDT, 2007). Com a inibição da enzima, cuja função é proteger a clorofila contra o excesso de radiação, ocorre a oxidação da clorofila levando ao branqueamento das folhas novas que são atingidas (GODAR *et al.*, 2015). Porém, mesmo albinas, o crescimento das plantas continua por determinado

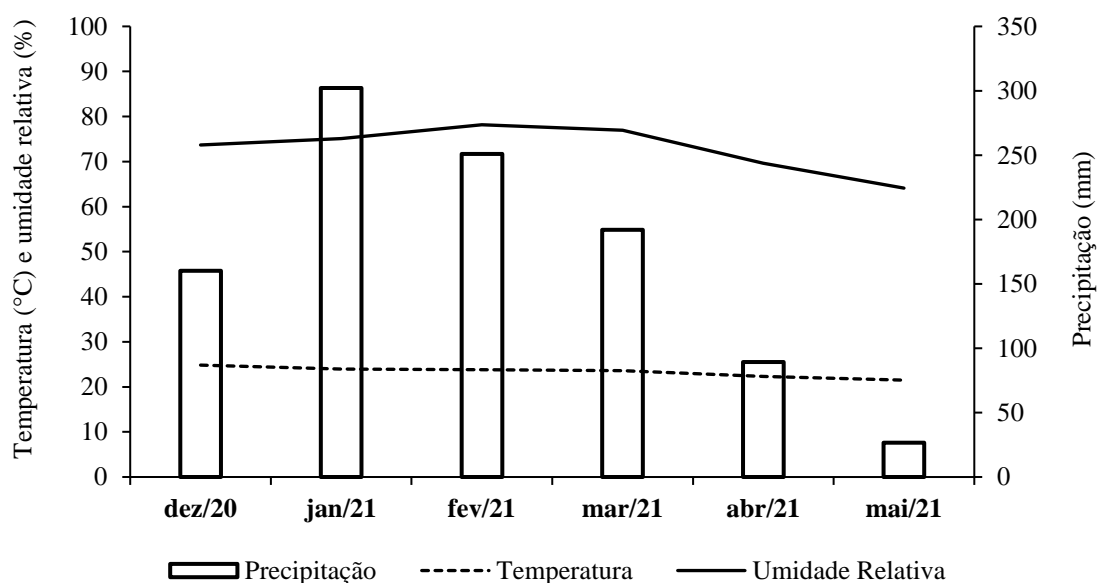
tempo, até que as reservas energéticas esgotem, surgindo sintomas de necrose e posteriormente a morte da planta (GROSSMANN; EHRHARDT, 2007). Estudos avaliando o efeito do tembotrione na supressão de forrageiras do gênero *Panicum*, em sistema integrado, podem contribuir não só com a literatura, como também nortear para estratégias de manejo em sistemas consorciados.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo consistiu em avaliar o efeito de subdoses do tembotrione na supressão do *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri consorciado com milho, sobre a dinâmica plantas daninhas, variáveis biométricas e produtivas do milho e da forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, GO, sob as coordenadas 17°80'94" S e 50°90'45" W e altitude de 754 m, cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, com as seguintes características físico-químicas a 0-20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>) de 5,0; P de 23,8 mg dm<sup>-3</sup>; K de 133 mg dm<sup>-3</sup>, Ca de 1,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg de 0,90 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al de 0,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V de 55,9%; MO de 36,1 g dm<sup>-3</sup> e composição de partículas de 48, 8, 44 dag kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente.

O clima da região é classificado como Aw tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco, segundo Köppen. As médias mensais dos dados climáticos (precipitação, umidade relativa e temperatura), durante o período do estudo, apresentam-se na Figura 1 (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2023).



**Figura 1.** Valores mensais médios de temperatura, precipitação e umidade relativa durante a condução do experimento.

Antes da instalação do experimento a área foi dessecada com o herbicida glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.680 g equivalente ácido (e.a.) ha<sup>-1</sup>, para controlar as plantas daninhas presentes. Após 15 dias da dessecação, preparou-se o solo com aração e gradagem niveladora. Tanto a semeadura do milho quanto da forrageira BRS Zuri ocorreram no dia 19/12/2020.

O híbrido de milho B2360PW (Brevant) foi semeado com auxílio de uma semeadora múltipla de 4 linhas, espaçadas em 0,45 m entrelinhas, e com profundidade de 4 cm, resultando na população de 66.666 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação no momento da semeadura consistiu em 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-15 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. Já a forrageira BRS Zuri foi semeada manualmente a lanço, cuja taxa de semeadura foi de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 79% de Valor Cultural (VC).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em seis subdoses do herbicida tembotrione (0; 3,78; 7,56; 18,9; 37,8; 75,6 g i.a ha<sup>-1</sup>), da formulação comercial Soberan<sup>®</sup> (420 g i.a. L<sup>-1</sup>), além do milho em monocultivo. As parcelas experimentais foram compostas de oito linhas de cinco metros de comprimento. A área útil, em quem foram realizadas as avaliações, consistiu nas quatro linhas centrais.

A aplicação dos tratamentos ocorreu 20 dias após a emergência (DAE) do milho, momento em que a forrageira se encontrava com 2 a 3 perfilhos. Para a aplicação, utilizou-se pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>. A barra de pulverização era constituída de quatro pontas espaçadas entre 0,5m. A taxa de aplicação foi de 200 L ha<sup>-1</sup> e a pressão de trabalho de 2,0 bar. Em todos os tratamentos foi adicionado o herbicida atrazina (Aclamado BR<sup>®</sup>) na dose de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, a fim de promover principalmente, o controle de plantas daninhas de folhas largas, e, assim potencializar o sistema consorciado.

No milho em monocultivo, além do atrazina (Aclamado BR<sup>®</sup>), também foi aplicado o herbicida glifosato (Shadow<sup>®</sup>) na dose de 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação, as condições climáticas foram mensuradas com um termo-higro-anemômetro, cuja umidade relativa do ar era de 45,7%, a temperatura do ar de 28°C e a velocidade do vento de 2,2 m s<sup>-1</sup>.

Aos 24 DAE do milho (estádio fenológico V4), realizou-se a adubação nitrogenada de cobertura na dose de 150 kg de Nitrogênio. As aplicações com os inseticidas foram:

Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup> - 150 g/L) na dose 0,15 litros do produto comercial por hectare; Chlorpirifós (Capataz<sup>®</sup> - 480 g/L) + Teflubenzurom (Nomolt<sup>®</sup> - 150 g/L) nas doses de 1 litro do produto comercial por hectare e 0,15 litros do produto comercial por hectare e Tiametoxam (Engeo Pleno<sup>™</sup> S - 141 g/L) na dose de 0,25 litros do produto comercial por hectare, aos 7, 12, 27 DAE, respectivamente, cuja taxa de aplicação foi de 170 L ha<sup>-1</sup> em todas as aplicações.

Aos 48 e 112 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, realizou-se as avaliações fitossociológicas da comunidade de plantas daninhas na área. De forma aleatória, foram coletadas três amostras utilizando um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, por parcela. As espécies invasoras encontradas dentro do quadrado foram arrancadas do solo, identificadas e quantificadas a nível de espécie. Em seguida, foram acondicionadas em sacos papel kraft e dispostas em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura de 65°C por 72 horas, para posterior pesagem.

As variáveis biométricas da cultura do milho, como altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e diâmetro do colmo (DC) foram mensuradas em cinco plantas aleatórias na área útil das parcelas, no momento do florescimento, aos 64 DAA do tembotrione. Para a altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga foi utilizado uma régua graduada em cm. Para o diâmetro do colmo um paquímetro digital. A altura de plantas foi considerada desde o solo até a folha bandeira e o diâmetro do colmo à altura de 3 cm em relação ao solo.

Aos 130 DAE da cultura do milho foi realizada a colheita das espigas manualmente na área útil (4 linhas de 3 m de comprimento), para quantificar o rendimento de grãos (RG). Para separar os grãos do sabugo, foi utilizada uma trilhadeira, e posteriormente realizou-se a pesagem dos grãos. Cinco espigas por parcela foram retiradas a fim de determinar os componentes de produtividade: número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa de mil grãos (MMG) e número total de grãos (NTG). O RG e a MMG foram corrigidos para 13% de teor de água.

Após a colheita do milho, realizou-se os cortes da forrageira BRS Zuri, cerca de 140 DAE. A forrageira foi cortada com auxílio de cutelo, numa área de 2 m<sup>2</sup>, a 30 cm em relação ao solo, a fim de mensurar o rendimento forrageiro (RF). Posteriormente, o material foi pesado e uma alíquota de 500g foi retirada, levada para laboratório e separadas para determinação da relação folha-colmo (RFC). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel kraft e dispostas em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura de 65°C por 72 horas, para posterior pesagem. Após a

pesagem, os valores foram convertidos em ton ha<sup>-1</sup>. No mesmo momento, realizou-se também a altura da forrageira (AF) com auxílio de uma régua graduada em cm, tendo como base a altura do dossel em dois pontos por parcela.

A avaliação da comunidade de plantas daninhas, foi determinada através da Importância Relativa (IR), calculada pelos índices fitossociológicos de frequência, densidade e dominância (PITELLI, 2000; MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). As espécies invasoras listadas de acordo com a sua IR foram nomeadas com base no código EPP0 (2023). Já os resultados obtidos para as variáveis do milho, forrageira, densidade e massa seca de plantas daninhas, foram submetidos a análise de regressão, sendo ajustadas de acordo com a simplicidade e o coeficiente de determinação. Previamente, foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registrou-se aos 48 DAA (Tabela 1) e aos 112 DAA (Tabela 2) o total de 13 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 6 famílias. As espécies encontradas nas duas épocas de avaliação, foram: picão-preto (*Bidens pilosa* - BIDPI), mentrasto (*Ageratum conyzoides* - AGECO), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* - ACAHI) e buva (*Conyza bonariensis* - CONBO), pertencentes à família Asteraceae; capim-colchão (*Digitaria horizontalis* - DIGHO), capim-custódio (*Pennisetum setosum* - PENSE), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* - ELEIN), pertencentes à família Poaceae; quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* - PHYNI) da família Phyllanthaceae; leiteiro (*Euphorbia heterophylla* - EUPHE) e mamona (*Ricinus communis* - RINCO) pertencentes à família Euphorbiaceae; apaga-fogo (*Alternanthera tenella* - ALTTE) da família Amaranthaceae; trapoeraba (*Commelina benghalensis* - COMBE) da família Commelinaceae e *Sida rhombifolia* (SIDRH) da família da Malvaceae.

**Tabela 1.** Importância relativa de plantas daninhas avaliadas aos 48 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tembotrione.

Espécies	Doses (g i.a ha <sup>-1</sup> )							Média (%)
	MM	0	3,78	7,56	18,9	37,8	75,6	
ACAH	7.25	0.00	5.27	0.00	9.98	0.00	0.00	3.21
ALTTE	19.31	0.00	0.00	0.00	0.00	18.08	11.18	6.94
BIDPI	9.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
COMBE	6.84	0.00	2.19	6.98	2.97	33.43	7.57	8.57
DIGHO	7.22	98.18	92.54	63.02	79.73	46.50	63.97	64.45
ELEIN	21.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.12
EUPHE	7.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14
RINCO	20.29	1.82	0.00	29.99	7.32	1.99	17.28	11.24

\**Acanthospermum hispidum* (ACAH), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Euphorbia heterophylla* (EUPHE), *Ricinus communis* (RICCO). MM: milho em monocultivo

**Tabela 2.** Importância relativa de plantas daninhas avaliadas aos 112 dias após a aplicação (DAA) do herbicida tembotrione.

Espécies	Doses (g i.a ha <sup>-1</sup> )							Média (%)
	MM	0	3,78	7,56	18,9	37,8	75,6	
AGECO	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07
ALTTE	13.80	58.70	59.47	100.00	65.63	0.00	25.56	46.17
BIDPI	6.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
COMBE	8.45	41.30	40.53	0.00	34.37	0.00	74.44	28.44
CONBO	17.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45
ELEIN	10.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52
PENSE	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36
PHYNI	5.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85
RINCO	7.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08
SIDRH	6.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89

\**Ageratum conyzoides* (AGECO), *Alternanthera tenella* (ALTTE), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Conyza bonariensis* (CONBO), *Eleusine indica* (ELEIN), *Pennisetum setosum* (PENSE), *Phyllanthus niruri* (PHYNI), *Ricinus communis* (RICCO), *Sida rhombifolia* (SIDRH). MM: milho em monocultivo

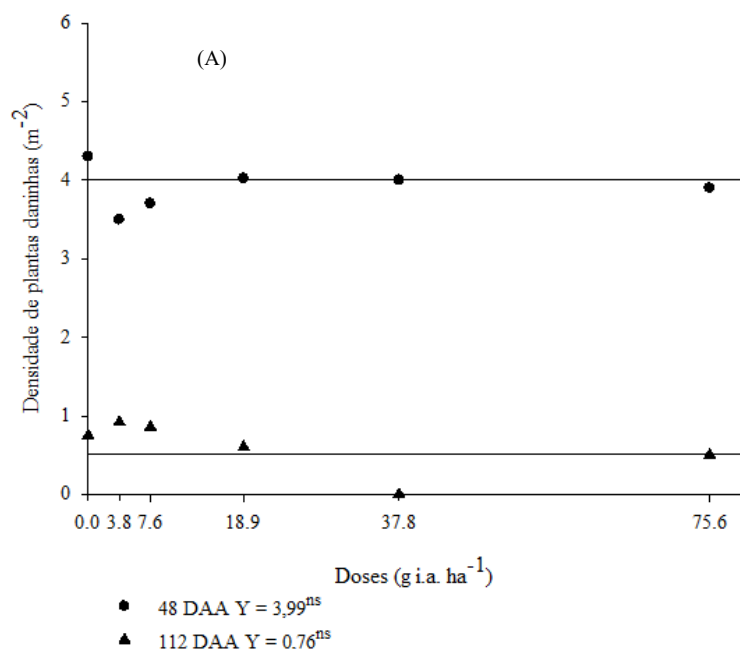
Aos 48 DAA, a espécie DIGHO foi a mais predominante na área, apresentando altos valores de IR em todas as doses de tembotrione utilizadas, com valor médio de 64,45%. Essa espécie é considerada uma das mais agressivas em áreas agrícolas, apresentando alto potencial competitivo, alta produção de sementes, fácil adaptação e dispersão, podendo ser problemática em diversas culturas (DA SILVA *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2014). As demais espécies apresentaram valores baixos de IR no período avaliado.

Já aos 112 DAA, dentre as espécies evidenciadas, a ALTTE e COMBE foram as mais relevantes, com valores de IR de 46,17 e 28,44, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Martins *et al.* (2018), no qual os autores evidenciaram que as espécies ALTTE e COMBE foram as mais predominantes no consórcio de milho com *Urochloa brizantha* aos 109 DAA de subdoses de tembotrione, apresentando valores médios de IR de 31,63 e 28,31, respectivamente. Assim como a DIGHO, tais espécies são

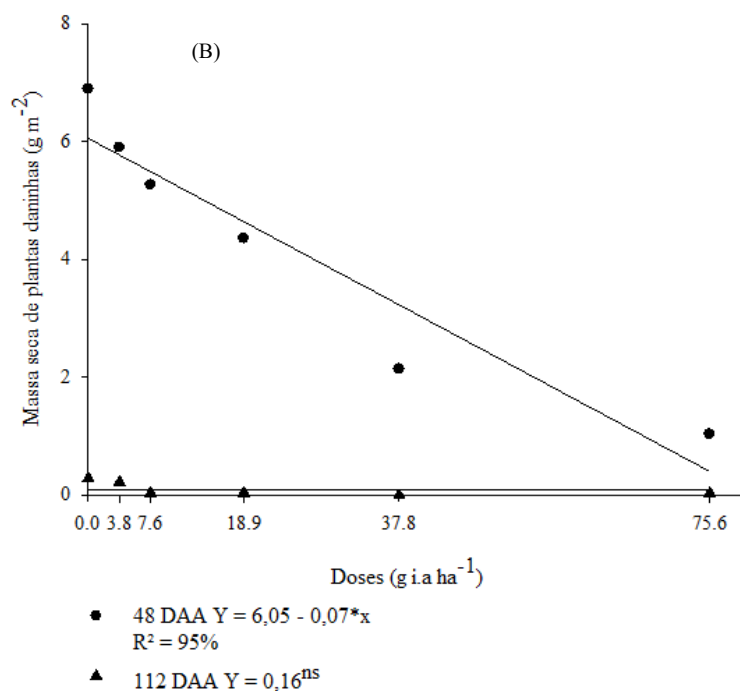
dominantes nas áreas agrícolas do Brasil, sendo de difícil controle (MIRANDA *et al.*, 2020). A IR demonstra o comportamento e a importância de cada indivíduo dentro da população infestante. A partir dessas avaliações, pode-se acompanhar a dinâmica das espécies invasoras na área cultivada e assim, prever futuras infestações e elaborar melhores estratégias de controle.

Em ambos os períodos de avaliação (48 e 112 DAA), evidencia-se maior IR no milho em monocultivo. Estes resultados podem ser atribuídos à ausência de cobertura das parcelas pela forrageira BRS Zuri, uma vez que a cobertura vegetal do solo imposta por forrageiras, contribui para o controle cultural das plantas daninhas, reduzindo a emergência e o desenvolvimento das espécies invasoras (SCHUSTER *et al.* 2019).

Para a densidade de plantas daninhas (Figura 2A), não houve diferença significativa entre as diferentes doses de tembotrione, em ambas as épocas de avaliação. Já a massa seca de plantas daninhas (Figura 2B) apresentou diferença significativa apenas aos 48 DAA, em que se observou redução linear de 0,07 g m<sup>-2</sup> a cada 1g i.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida, demonstrando que com o aumento das subdoses houve redução do porte e consequentemente da massa seca das plantas daninhas. Aos 112 DAA não observou diferença estatística para a variável.







**Figura 2.** Densidade (A) e massa seca (B) de plantas daninhas aos 48 e 112 DAA do herbicida tembotrione. Densidade de plantas daninhas em MM (48 DAA): 32,25 plantas  $\text{m}^{-2}$  e (112 DAA): 87 plantas  $\text{m}^{-2}$ . Massa seca de plantas daninhas em MM (48 DAA): 22,36  $\text{g m}^{-2}$  e (112 DAA): 95,65  $\text{g m}^{-2}$ . \*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ). ns: não significativo.

Entretanto, resultados demonstram que o milho em monocultivo apresentou valores altos tanto de densidade, quanto de massa seca, em ambas as épocas de avaliação (Figura 2), quando comparado aos tratamentos em que houve a presença da forrageira. Avaliando subdoses de tembotrione na supressão de *Urochloa brizantha*, consorciada com o milho, Martins *et al.* (2018), evidenciaram resultados semelhantes ao do presente estudo, no qual a forrageira promoveu o controle cultural, reduzindo a densidade e a massa seca de diferentes espécies de plantas daninhas.

Em três anos de experimentação, Ferreira *et al.* (2018), evidenciaram que a presença das forrageiras *U. brizantha* e *P. maximum* resultou no controle total de diversas espécies de plantas daninhas em áreas do Cerrado, como: *A. tenella*, *A. conyzoides*, *B. pilosa*, *D. horizontalis*, *C. benghalensis*, *E. indica*, também identificadas neste presente estudo. Os autores ainda relatam que a competição por espaço, luz, água e nutrientes, dentre outros fatores combinados, foram determinantes para o efeito supressor das forrageiras.

Em sistemas consorciados com espécies perenes, como a forrageira BRS Zuri, quando bem manejadas, limita a passagem de luz, dificultando a germinação das sementes de plantas daninhas, principalmente as fotoblásticas positivas (RYAN *et al.*, 2018). Para Dominschek *et al.* (2021), tem-se maior supressão de plantas daninhas em sistemas

integrados com forrageiras, quando comparado ao sistema em monocultivo da cultura granífera, podendo reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicidas para as culturas em sucessão. Tais resultados evidenciam a importância de se utilizar práticas culturais, como o consórcio, no manejo integrado de plantas daninhas.

Na Tabela 3, evidencia-se que não houve diferença significativa para nenhum das variáveis mensuradas para a cultura do milho. Estes resultados indicam que não houve influência da forrageira sobre os componentes de produtividade e nas variáveis biométricas da cultura granífera. Ainda, tais resultados podem estar associados à disponibilidade de água durante o desenvolvimento da cultura (Figura 1).

**Tabela 3.** altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NFE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa de mil grãos (MMG), número total de grãos em cinco espigas (NTG) e rendimento de grãos (RG) de milho consorciado com *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida tembotrione.

Variáveis	Doses (g ha <sup>-1</sup> )						Regressão	MM	CV%
	0	3,78	7,56	18,9	37,8	75,6			
AP (m)	2,06	2,09	2,08	2,09	2,08	2,07	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,08^{ns}$	2,09	2,50
AE (m)	1,10	1,11	1,10	1,12	1,12	1,08	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,11^{ns}$	1,09	1,19
DC (mm)	24,54	24,04	23,61	24,18	24,39	24,73	$\hat{Y} = \bar{Y} = 24,04^{ns}$	25,22	1,49
NFE	16,90	16,95	17,05	17,25	17,30	17,05	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,03^{ns}$	17,00	0,87
CE (cm)	16,38	17,17	16,60	16,65	16,38	16,18	$\hat{Y} = \bar{Y} = 16,73^{ns}$	16,83	1,99
DE (mm)	45,67	48,06	46,86	47,88	46,64	47,47	$\hat{Y} = \bar{Y} = 46,93^{ns}$	48,08	1,96
MMG (g)	240,0	261,5	241,2	257,5	231,4	246,20	$\hat{Y} = \bar{Y} = 248,1^{ns}$	290,0	7,72
NTG	2904	3034	3004	2980	2977	3066	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2967^{ns}$	3018	4,72
RG (ton ha <sup>-1</sup> )	7,406	7,596	7,558	7,426	7,455	7,385	$\hat{Y} = \bar{Y} = 7,484^{ns}$	7,683	2,20

ns- não significativo pelo teste F.

Resultados semelhantes foram observados por Martins *et al.* (2018) cujos resultados não apresentaram diferenças significativas para o rendimento do milho consorciado com *Urochloa brizantha* manejadas com subdoses de tembotrione. Dessa forma, o consórcio entre milho e forrageiras pode ser considerada uma alternativa viável para a produção de grãos e formação de palhada em sucessão.

As variáveis mensuradas para a forrageira BRS Zuri não apresentaram diferença significativa após a aplicação das subdoses de tembotrione (Tabela 4). Para a altura da forrageira, evidenciou-se que as subdoses do herbicida não afetaram a variável em estudo. Vale ressaltar que a altura da forrageira é fator relevante a ser considerado no consórcio com culturas granífera, uma vez que quando essa medida excede a altura de inserção da espiga, pode-se interferir de forma negativa o processo de colheita mecanizada dos grãos.

**Tabela 4.** Altura da forrageira (AF), relação folha-colmo (RFC), rendimento forrageiro (RF) de *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri em função da aplicação de diferentes subdoses do herbicida tembotrione, em sistema consorciado com o milho.

Variáveis	Doses (g i.a. ha <sup>-1</sup> )						Regressão	CV%
	0	3,78	7,56	18,9	37,8	75,6		
AF (m)	1,98	1,96	1,99	1,98	1,97	1,99	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,98^{ns}$	1,58
RFC	0,88	0,89	0,91	0,85	0,87	0,91	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,88^{ns}$	2,45
RF (ton ha <sup>-1</sup> )	13,27	13,31	13,23	13,29	13,24	13,32	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,27^{ns}$	1,28

ns – não significativo pelo teste F

O sombreamento promovido pela competição intra e interespecífica dentro das parcelas, uma vez que menor a incidência de luz promove maior a taxa de alongamento dos colmos (PACIULLO *et al.*, 2017) podem explicar esses os resultados supracitados. De acordo com Januszkiewicz *et al.* (2021), a baixa luminosidade, faz com que as forrageiras realoquem suas folhas para estratos mais altos, com objetivo de captar a luz solar de forma mais eficiente e conseqüentemente resulta no aumento da altura.

Outros fatores que podem estar associados, consistem no período em que a forrageira esteve presente na área, cerca de 120 DAE e de suas características morfológicas. Oliveira *et al.* (2019), evidenciaram que a forrageira BRS Zuri apresentou maior valor de altura, quando comparada ao *P. maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça, com valor de aproximadamente 1,50 m e que isto é uma característica comum da cultivar.

Para a relação folha-colmo da forrageira, semelhante aos evidenciados para a altura da forrageira, estes resultados podem ser explicados porque houve sombreamento dentro das parcelas, fazendo com o que as plantas emitissem mais colmos do que folhas. Observa-se nos resultados do presente estudo que a relação folha-colmo apresentou valores críticos, ou seja, valores inferiores a 1 (Tabela 4), podendo influenciar negativamente a colheita dos grãos de milho, a formação de palhada e a eficiência do pastejo animal. Outro fator que pode estar relacionado com os altos valores de relação folha-colmo consiste no estágio de florescimento da forrageira. Durante o experimento, o início da floração precoce promoveu a indução do alongamento do colmo, que contribuiu para a redução da relação folha-colmo.

Para o rendimento forrageiro, os resultados indicam que as subdoses do herbicida não afetaram negativamente esta variável, sugerindo seletividade do herbicida para a forrageira nas doses testadas e na fase fenológica que se encontrava no momento da aplicação. Além disso, os altos valores de rendimento podem estar relacionados as características morfológicas da forrageira, concomitante ao plantio e desenvolvimento na

época das chuvas (Figura 1) e ao crescimento livre e vigoroso durante todo período de condução do experimento. Ainda, pode-se inferir que a cultura do milho não exerceu efeito competitivo sobre a cultivar BRS Zuri.

No estudo de Oliveira *et al.* (2019), os autores relatam que a forrageira BRS Zuri, após 60 dias de rebrota, apresentou rendimento de 18,29 ton ha<sup>-1</sup>, quando comparada as forrageiras Tanzânia e Mombaça, que obtiveram 10,27 e 11,73 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, reforçando seu potencial produtivo. Ainda, segundo os autores, a cultivar BRS Zuri apresenta características de alta capacidade de produção de forragem, rebrota vigorosa, agressividade e adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, atributos esses que contribuem para corroborar tais resultados.

Os resultados evidenciados para as variáveis mensuradas da forrageira BRS Zuri podem ser explicados tanto pelas subdoses testadas, que em resumo, pode facilitar a capacidade de algumas espécies de gramíneas tolerarem tais doses, conforme apontado neste estudo, como pela habilidade de gramíneas metabolizarem a molécula e se recuperarem do estresse oxidativo causado pela ação do herbicida.

As gramíneas apresentam diferentes níveis de atividade enzimática e diversidade de isoformas do citocromo P450 (GROSSMANN; EHRHARDT, 2007), podendo ter contribuído para a reposta do BRS Zuri às subdoses do tembotrione, cuja recuperação das plantas, mesmo após apresentarem sintomas na maior dose (75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e sem sintomas nas demais, provavelmente por causa da metabolização do herbicida via hidroxilação (NAKKA *et al.*, 2017).

Algumas gramíneas têm a capacidade de detoxificar o tembotrione, principalmente pela ação da hemoproteína citocromo P450 e de enzimas de detoxificação, como a GST, oxidases e peroxidases. Essas enzimas desempenham papel fundamental no metabolismo de herbicidas de pelo menos seis famílias químicas (BARRETT, 1995). As plantas também contêm eliminadores de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) não enzimáticos, como o ascorbato, tocoferóis, glutathione, prolina, carotenoides, ácidos fenólicos e flavonoides, localizados em diferentes compartimentos celulares (CAVERZAN *et al.*, 2019).

A seletividade deste herbicida para o milho é mediada pela ação da hemoproteína citocromo P450 monooxigenase, em reações de hidroxilação e glioxilação capaz de detoxificá-lo rapidamente, transformando-o em compostos não fitotóxicos. Já em as plantas daninhas resistentes à molécula, observou-se além da detoxificação, a metabolização associada ao aumento da expressão do gene HPPD (NAKKA *et al.*, 2017)

No entanto, sabe-se que a confirmação de que a forrageira BRS Zuri ter metabolizado o herbicida via hidroxilação mediada pelo citocromo P450 ou outras enzimas, depende da realização de estudos envolvendo metabolismo vegetal e identificação dos metabólitos após pulverização.

Diante dos resultados expostos, pode-se concluir que houve redução na densidade e massa seca de plantas daninhas pela supressão imposta pela forrageira. Não houve perdas de rendimento do milho e nem da forrageira BRS Zuri em razão do período de consorciação entre as culturas. Nenhuma das subdoses de tembotrione aplicadas foram eficientes para suprimir o crescimento da forrageira. Assim, sugere-se a realização de novas pesquisas em condições metodológicas diferentes como doses mais concentradas, época de aplicação dos herbicidas em estágio fenológico mais precoce da forrageira, condições climáticas distintas. Além de estudos referentes a detoxificação do herbicida por gramíneas forrageiras.

## CONCLUSÃO

A presença da forrageira desempenhou o controle cultural na área de estudo, uma vez que houve redução das espécies invasoras. Não houve competição interespecífica entre as culturas, e conseqüentemente os rendimentos não foram afetados pelo período de convivência. Devido às características peculiares da cultivar BRS Zuri desenvolvidas sob condições climáticas e os possíveis mecanismos de detoxificação da forrageira, nenhuma das subdoses aplicadas foram suficientes para suprimir o desenvolvimento dela.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, pela estrutura e suporte disponibilizados e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro para realizar este estudo.

## REFERÊNCIAS

BARRETT, M. Metabolism of herbicides by cytochrome P450 in corn. **Drug Metabolism and Drug Interactions**, 12: 3-4, 299-315, 1995.

CARVALHO, P. C. F. et al. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of animal science**, 96: 3513-3525, 2018.

CAVERZAN, A. et al. Defenses against ROS in crops and weeds: The effects of interference and herbicides. **International journal of molecular sciences**, 20: 1-20, 2019.

CRUVINEL, A. G. et al. Effects of herbicide underdoses on the vegetative development of *Panicum maximum* cultivars. **Científica**, 49: 121-127, 2021.

DA SILVA, D. A. et al. Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. **Scientia Agropecuaria**, 9: 7-15, 2018.

DA SILVA, P. C. G. et al. No-tillage and crop rotation increase crop yields and nitrogen stocks in sandy soils under agroclimatic risk. **Field Crops Research**, 258: 1-9, 2020.

DOMINSCHEK, R. et al. Crop rotations with temporary grassland shifts weed patterns and allows herbicide-free management without crop yield loss. **Journal of Cleaner Production**, 306: 1-11, 2021.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Global Data base, 2023. Disponível em: < <https://gd.eppo.int/photos/plantae> > acesso em 1 de março, 2023.

FERREIRA, A. C. D. B et al. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53: 566-574, 2018.

FREITAS, M. A. M. et al. Biological attributes of soil cultivated with corn intercropped with *Urochloa brizantha* in different plant arrangements with and without herbicide application. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 254: 35-40, 2018.

GODAR, A. S. et al. Physiological and molecular mechanisms of differential sensitivity of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) to mesotrione at varying growth temperatures. **Plos One**, 10: 1-17, 2015.

GROSSMANN, K.; EHRHARDT, T. On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. **Pest Management Science**, 63: 429-439, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Informações sobre as condições climáticas em Rio Verde - GO. 2023. Available on: < <http://www.inmet.gov.br/> >. Acesso em 13 de fevereiro, 2023.

JANUSCKIEWICZ, E. R. et al. Structure and nutritional value of BRS Zuri grass under shading. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 22: 1-15, 2021.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 190: 4-8, 2014.

LIMA, S. F. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, 27: 37-47, 2014.

MARTINS, D. A. et al. Intercropping Between Corn and *Urochloa brizantha* Managed with Mesotrione Underdoses. **Planta Daninha**, 37: 1-10, 2019.

MARTINS, D. A. et al. Management of the consortium between maize and *Urochloa brizantha* with tembotrione subdoses. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 13: 1-9, 2018.

MIRANDA, D. A. et al. Estudo de seleção da comunidade infestante por herbicidas utilizando técnicas de análise multivariada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 19: 1-13, 2020.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. A. Aims and methods of vegetation ecology. New York, London, Sydney, Toronto: **John Wiley & Sons**, 1974, 574 p.

NAKKA, S> et al. Physiological and molecular characterization of hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD)-inhibitor resistance in Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.). **Frontiers in plant science**, 8: 1-12, 2017.

OLIVEIRA, J. S. et al. Structural and productive features of *Panicum* cultivars submitted to different rest periods in the irrigated semiarid region of Brazil. **Bioscience Journal**, 35: 682-690, 2019.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and forage Science**, 72: 590-600, 2017.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J Conserb**, 1: 1-7, 2000.

REIS, J. C. et al. Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian *Cerrado* and Amazon. **Journal of Cleaner Production**, 283: 1-13, 2021.

ROESCH-MCNALLY, G. E.; ARBUCKLE, J. G.; TYNDALL, John C. Barriers to implementing climate resilient agricultural strategies: The case of crop diversification in the US Corn Belt. **Global environmental change**, 48: 206-215, 2018.

RYAN, M. R. et al. Managing for multifunctionality in perennial grain crops. **BioScience**, 68: 294-304, 2018.

SCHUSTER, M. Z. et al. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated crop-livestock systems. **Agronomy for sustainable development**, 39: 1-10, 2019.

SILVA, P. L. F. et al. Fertility, carbon stock and aggregate stability of an Alfisol under integrated farming systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 51: 1-9, 2021.

## CONCLUSÃO GERAL

Os resultados indicam que a forrageira BRS Zuri desempenhou o controle cultural de plantas daninhas nos três estudos realizados, havendo redução significativa da densidade e massa seca das espécies invasoras, quando comparada ao milho em monocultivo, evidenciando que o consórcio de culturas pode ser utilizado como estratégia no manejo integrado de plantas daninhas dentro dos sistemas de produção. Para o herbicida glifosato, nota-se que a dose de 480 g e.a. ha<sup>-1</sup> foi considerada a mais viável, visto que não houve perdas de rendimento para a cultura do milho e as variáveis mensuradas para a forrageira, como altura e rendimento, apresentaram melhores condições de manejo.

Já nos experimentos que foram aplicados os herbicidas tembotrione e nicosulfuron nota-se que nenhuma das doses testadas foi suficiente para suprimir o crescimento forrageira. Isso, deve-se às condições climáticas e os possíveis mecanismos de detoxificação da forrageira. Evidenciou-se também que o híbrido de milho B2360PW (Brevant) apresentou sensibilidade a maior dose do herbicida nicosulfuron (50 g ha<sup>-1</sup>), ocasionando perdas de rendimento de grãos e nos demais componentes de produtividade da cultura granífera. Desta forma-se, sugere-se novos estudos em condições metodológicas distintas para os herbicidas nicosulfuron e tembotrione, com intuito de determinar a dose ótima para o manejo eficiente no sistema consorciado entre a cv. BRS Zuri e a cultura do milho.