



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
CAMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

NATANAEL VITOR DE SOUZA SILVA

**DOSES DA MISTURA DE IMAZAPIQUE + IMAZETAPIR NA SUPRESSÃO DE  
*UROCHLOA RUZIZIENSIS***

RIO VERDE - GO  
2025

NATANAEL VITOR DE SOUZA SILVA

**DOSES DA MISTURA DE IMAZAPIQUE + IMAZETAPIR NA SUPRESSÃO DE  
*UROCHLOA RUZZIENSIS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Agronomia do Instituto Federal  
Goiano Campus Rio Verde, como parte da  
exigência para obtenção do título de Bacharel  
em Agronomia.

Orientador(a): Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

RIO VERDE - GO  
2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

Silva, Natanael  
S586d DOSES DA MISTURA DE IMAZAPIQUE + IMAZETAPIR  
NA SUPPRESSÃO DE UROCHLOA RUZIZIENSIS / Natanael  
Silva. Rio Verde 2025.

31f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis.  
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 -  
Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio  
Verde).

I. Título.

# 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 resarcimento 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:

Natanael Vitor de Souza Silva

Matrícula:

2022102200240119

Título do trabalho:

DOSES DA MISTURA DE IMAZAPIQUE + IMAZETAPIR NA SUPRESSÃO DE UROCHLOA RUZIZIENSIS

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15 /01 /2026

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.

Santa Helena de Goiás

Local

13 /01 /2026

Data

Documento assinado digitalmente



NATANAEL VITOR DE SOUZA SILVA

Data: 17/01/2026 09:29:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente

ADRIANO JAKELAITIS

Data: 15/01/2026 17:16:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Ata nº 56/2025 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Ao(s) dez dia(s) do mês de dezembro de 2025, às 18 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Adriano Jakelaitis (presidente da banca), Dayana Cardoso Cruz (membro), Felipe Pereira Cunha (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Doses da mistura de imazapique + imazetapir na supressão de *Urochloa ruziziensis*” do estudante Natanael Vitor de Souza Silva, Matrícula nº 2022102200240119 do Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Adriano Jakelaitis

Presidente da banca

*(Assinado Eletronicamente)*

Dayana Cardoso Cruz

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Felipe Pereira Cunha

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adriano Jakelaitis, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 11/12/2025 17:56:59.
- **Dayana Cardoso Cruz, AUX EM ADMINISTRACAO**, em 11/12/2025 17:59:19.
- **Felipe Pereira Cunha, 2023202320140003 - Discente**, em 12/12/2025 14:33:51.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/12/2025. 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:** 773310

**Código de Autenticação:** 97125e44fd



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, agradeço a Deus, pois sem Ele eu não teria alcançado e realizado um dos maiores sonhos da minha vida. Foi através de Sua presença constante que encontrei forças nos momentos de dúvida, cansaço e insegurança. Sou grato, também, pelas orações da minha família, que atravessaram o tempo e o silêncio, e que estiveram, estão e estarão comigo em todas as fases da minha vida. Essas orações foram o meu amparo invisível e a certeza de que eu jamais estive sozinho.

À minha família, expresso minha mais profunda gratidão. Sem o apoio, incentivo e amor de vocês, eu não teria tido forças para continuar. Dedico estas palavras, pois acredito que meu futuro seria completamente diferente sem a presença e o cuidado de cada um. Aos meus pais e minhas irmãs, que, mesmo em silêncio, sempre cuidaram de mim com dedicação e responsabilidade, agradeço por todo esforço, por cada vez que acordaram cedo comigo, por cada conselho, cada ajuda e cada gesto de amor. Sou extremamente grato por ter uma família que me ama, me apoia e acredita em mim, mesmo quando eu mesmo duvidei.

Aos meus amigos, tanto aqueles que me acompanham desde o ensino fundamental quanto aqueles que ganhei ao longo dessa trajetória, agradeço por cada momento compartilhado. As memórias que carrego e as experiências vividas com vocês se tornaram um dos pilares mais importantes da minha caminhada acadêmica e pessoal, sendo essenciais para minha permanência e crescimento durante esse período.

Ao meu orientador, Dr. Adriano Jakelaitis, agradeço pela confiança, orientação, conhecimento compartilhado e pela paciência durante toda a condução deste trabalho. Ao Dr. Jardel Pereira, que mesmo não sendo oficialmente meu coorientador, contribuiu de forma decisiva com apoio técnico, ensinamentos e incentivo constante, deixo também minha sincera gratidão. Estendo ainda meus agradecimentos a todas as pessoas do laboratório que, direta ou indiretamente, auxiliaram na execução dos experimentos, pois, sem o esforço e a colaboração de cada um, a realização deste trabalho não teria sido possível.

Por fim, deixo um agradecimento especial ao meu namorado, que esteve comigo em momentos de planejamento, incertezas e superações. Através dele aprendi que sonhar juntos torna as metas mais significativas e que estudar, crescer e lutar por um futuro melhor também é uma forma de construir uma vida a dois. Que este trabalho seja apenas o início da realização de muitos outros sonhos que ainda iremos compartilhar.

“Foi no instante em que parei de buscar sentido que o sentido, enfim, me encontrou.”

Clarice Lispector.

## RESUMO

O consórcio de culturas graníferas com forrageiras exige estratégias de manejo que garantam a supressão inicial do pasto sem comprometer sua sobrevivência. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de subdoses da mistura pronta de imazapique + imazetapir na supressão de *Urochloa ruziziensis* (cultivares Comum e BRS Integra), visando ao consórcio com sorgo tolerante a imidazolinonas. O experimento foi conduzido em campo, em Rio Verde-GO, utilizando delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de sete doses do herbicida (0; 0,07; 0,14; 0,35; 0,7; 1,4 e 2,1 L p.c.  $\text{ha}^{-1}$ ) no estádio de três perfilhos das forrageiras. Foram avaliadas a fitointoxicação aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), além de características morfológicas, produção de massa seca e a comunidade de plantas daninhas aos 81 dias após a semeadura. Os resultados demonstraram que a fitointoxicação seguiu comportamento quadrático, com pico de injúria aos 21 DAA. Embora doses elevadas (2,1 L  $\text{ha}^{-1}$ ) tenham causado fitotoxicidade superior a 70%, observou-se que na dose comercial recomendada (1,4 L  $\text{ha}^{-1}$ ), os níveis de injúria mantiveram-se próximos a 60% para a cv. Comum e 58% para a BRS Integra, situando-se dentro dos limites aceitáveis para supressão temporária. Houve controle eficiente da comunidade infestante geral, exceto para *Eleusine indica* na área da cv. Comum. Não houve redução estatística significativa na produção final de massa seca ou no perfilhamento das forrageiras. Conclui-se que a mistura de imazapique + imazetapir, especialmente na dose comercial, promove supressão inicial satisfatória com posterior recuperação das plantas, demonstrando o potencial de recuperação das cultivares de *U. ruziziensis* para uso em sistemas consorciados.

**Palavras-chave:** Integração Lavoura-Pecuária; imidazolinonas; fitotoxicidade; *Urochloa ruziziensis*.

## RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

Intercropping grain crops with forage grasses requires management strategies that ensure initial pasture suppression without compromising its survival. The objective of this study was to evaluate the efficacy of subdoses of the ready-mix imazapic + imazethapyr in suppressing *Urochloa ruziziensis* (cultivars Comum and BRS Integra), aiming for intercropping with imidazolinone-tolerant sorghum. The experiment was conducted in the field in Rio Verde-GO, using a randomized block design with four replications. Treatments consisted of the application of seven herbicide doses (0; 0.07; 0.14; 0.35; 0.7; 1.4, and 2.1 L c.p. ha<sup>-1</sup>) at the three-tiller stage of the forages. Phytotoxicity was evaluated at 7, 14, 21, and 28 days after application (DAA), along with morphological characteristics, dry mass production, and weed community at 81 days after sowing. Results showed that phytotoxicity followed a quadratic behavior, peaking at 21 DAA. Although high doses (2.1 L ha<sup>-1</sup>) caused phytotoxicity above 70%, it was observed that at the recommended commercial dose (1.4 L ha<sup>-1</sup>), injury levels remained close to 60% for cv. Comum and 58% for BRS Integra, falling within acceptable limits for temporary suppression. There was efficient control of the general weed community, except for *Eleusine indica* in the cv. Comum area. There was no statistically significant reduction in final dry mass production or tillering of the forages. It is concluded that the mixture of imazapic + imazethapyr, especially at the commercial dose, promotes satisfactory initial suppression with subsequent plant recovery, demonstrating the recovery potential of *U. ruziziensis* cultivars for use in intercropping systems.

**Keywords:** Crop-Livestock Integration; imidazolinones; phytotoxicity; *Urochloa ruziziensis*.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Valores médios de precipitação, temperatura e umidade relativa durante a condução do experimento. **18**
- Figura 2.** Fitointoxicação (%) da cultivar *U. ruziziensis* cv. Comum em função de doses do herbicida imazetapir + imazapique e dias após a aplicação. **21**
- Figura 3.** Fitointoxicação (%) da cultivar *U. ruziziensis* cv.BRS Integra em função de doses do herbicida imazetapir +imazapique e dias após a aplicação. **22**

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Densidade e massa seca de plantas daninhas avaliadas aos 81 DAS forrageira *U. ruziziensis* cv. BRS Integra em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique. **23**
- Tabela 2.** Densidade e massa seca de plantas daninhas avaliadas aos 81 DAS da forrageira *U. ruziziensis* cv. Comum em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique. **24**
- Tabela 3.** Massa seca (MS), altura de plantas (AP), número de touceiras (NT), número de perfilhos (NP), avaliados no corte da forrageira *U. ruziziensis* cv. Comum em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique. **25**
- Tabela 4.** Massa seca (MS), altura de plantas (AP), número de touceiras (NT), número de perfilhos (NP), avaliados no corte da forrageira *U. ruziziensis* BRS Integra em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique. **26**

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Al	Alumínio
ALS	Acetato Lactato Sintase
AP	Alturas de planta
Aw	Clima tropical, com inverno seco
Ca	Cálcio
cmolc	Centimol de carga
CV	Valor Cultural
cv.	Cultivar
DAA	Dias Após a Aplicação
DAS	Dias Após a Semeadura
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados
dm3	Decímetro cúbico
g	gramas
g L-1	Gramas por litro
H+Al	Hidrogênio mais Alumínio
ILP	Integração Lavoura Pecuária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
K	Potássio
kg ha-1	Quilos por hectare
L	Litros
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros Quadrados
mg	Miligramas
Mg	Magnésio
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
NP	Número de perfilho
NT	Número de touceiras
RFC	Relação Folha:Colmo
SIPA	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2.OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Objetivos específicos</b>	<b>13</b>
<b>3.JUSTIFICATIVA</b>	<b>13</b>
<b>4.REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
<b>5.METODOLOGIA</b>	<b>17</b>
<b>5.1 Local do experimento e condições ambientais</b>	<b>17</b>
<b>5.2 Delineamento experimental</b>	<b>18</b>
<b>5.3 Instalação do experimento</b>	<b>19</b>
<b>5.4 Aplicação dos herbicidas</b>	<b>19</b>
<b>5.5 Avaliações de fitointoxicação</b>	<b>19</b>
<b>5.6 Avaliações do material vegetal e características morfológicas</b>	<b>20</b>
<b>5.7 Avaliação da comunidade de plantas daninhas</b>	<b>20</b>
<b>5.8 Análise estatística</b>	<b>20</b>
<b>6.RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>21</b>
<b>7.CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>
<b>6.REFERÊNCIAS</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) podem ajudar a retardar ou reverter alguns dos problemas ambientais e econômicos associados à agricultura especializada, que requer o uso intensivo de insumos (Hendrickson et al., 2008). O uso de forragens e outros vegetais na rotação de culturas pode reduzir o uso intensivo de insumos (Schiere et al., 2002), podendo contribuir também para o aumento do rendimento das culturas (Entz et al., 2002), melhorar a ciclagem de nutrientes, redução das doenças das plantas (Krupinsky et al., 2002) e melhoria da qualidade do solo (Krall & Schuman, 1996). Os SIPA também contribuem para a agregação de valor nas propriedades por permitir o uso das forragens e dos resíduos das culturas graníferas (Hendrickson et al., 2008).

O consórcio é uma técnica proveniente dos SIPA, em que se cultiva duas ou mais espécies de culturas simultaneamente (Anil et al., 1998). A consorciação é, em geral, composta pela cultura principal e uma ou mais culturas associadas, sendo a produção da cultura principal o objetivo principal (Maitra et al., 2021). O consórcio é, na verdade, a agregação de valor do sistema de cultivo que pode garantir maior produtividade, uso eficiente dos recursos naturais e maior renda (Manasa et al., 2018).

A consorciação tem ganhado importância e é amplamente praticada em regiões tropicais devido à extensa diversidade genética em termos de escolha de culturas, bem como sistemas de cultivo, que se escolhido com os pré-requisitos adequados, a produtividade pode ser maior do que os monocultivos (Maitra et al., 2021). Geralmente, no consórcio, culturas morfológicamente diferentes são escolhidas com distintos hábitos de crescimento, de modo que os recursos disponíveis sejam utilizados de forma eficiente e o ganho final seja a conversão na produção de matéria seca ou no rendimento da cultura principal (Lithourgidis et al., 2011). Diferentes fatores, como escolha de culturas e cultivares, proporções semeadas e manejo agronômico, incluindo água e nutrientes, e a capacidade competitiva das culturas, podem afetar o desempenho e o sucesso dos sistemas consorciados (Maitra et al., 2021).

A consorciação de culturas e pastagens tem sido amplamente recomendada para a região do Cerrado no Brasil Central como uma alternativa aos problemas causados pela monocultura, especialmente para melhorar a qualidade do solo (Crusciol et al., 2015) e uso eficiente de nutrientes (Eberhardt et al., 2021). Nesse contexto, é fundamental entender o comportamento das espécies consorciadas, principalmente quando se utiliza o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)

*Moench*) com *Urochloa ruziziensis*, pois não há consenso sobre seu desenvolvimento em consórcios de safrinha no Cerrado (Sodré-filho et al., 2022).

Problemas destacados desta associação é a maior capacidade de interferência da forrageira *Urochloa ruziziensis* sobre o sorgo granífero, principalmente para as variedades de sorgo de porte baixo. Associado a ausência de herbicidas graminicidas, recomendados ao sorgo para suprimir o desenvolvimento de capins, esta questão torna-se mais relevante ainda. Recentemente foi lançado no mercado, um híbrido de sorgo tolerante aos herbicidas inibidores da ALS (acetolactato sintase), denominado “tecnologia Igrowth”, para os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Logo, há necessidade de prospecção de herbicidas deste grupo químico, que possuem atividade herbicida sobre gramíneas para serem posicionados na cultura do sorgo consorciado com forrageiras. A tecnologia “Igrowth”, obtida por meio de mutagênese, proporciona plantas de sorgo tolerantes às imidazolinonas, com referência a mistura pronta de imazetapir + imazapique.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar a capacidade de supressão da mistura de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (imazapique + imazetapir) sobre dois cultivares de *Urochloa ruziziensis*.

### 2.2 Objetivos específicos

Testar doses da mistura de imazapique + imazetapir sobre *U. ruziziensis* cv BRS Integra e Comum. Avaliar, em função das doses, os efeitos sobre as variáveis de crescimento, produção da forrageira e efeitos sobre plantas daninhas.

## 3 JUSTIFICATIVA

O sorgo geralmente é cultivado no Cerrado como segunda safra quando as taxas de chuva diminuem, principalmente porque é bem adaptado a diferentes condições de fertilidade do solo e seca (Oliveira et al., 2020). Porém, algumas espécies de gramíneas forrageiras podem

afetar sua produção de matéria seca e grãos (Silva et al., 2017; Sodré-filho et al., 2022). As forragens melhoram os atributos físicos do solo, reduzem a incidência de ervas daninhas e protegem contra a erosão eólica e hídrica (Sarto et al., 2020). As forrageiras tropicais comumente usadas incluem aquelas do gênero *Urochloa*, que têm aplicações potenciais em sistemas de pastagem, agricultura e agrofloresta (Sarto et al., 2021). Essas gramíneas forrageiras, produzem grandes quantidades de matéria seca e possuem sistemas radiculares vigorosos e profundos que aumentam a tolerância à seca e a ciclagem de nutrientes e reduzem as perdas por lixiviação (Rocha et al., 2020; Sarto et al., 2021).

*Urochloa ruziziensis*, apesar do desenvolvimento inicial lento e da baixa altura das plantas, é uma espécie que produz grande quantidade de matéria seca durante a estação seca e apresentam grande potencial para produção de palha (Carvalho et al., 2017). É uma forrageira encontrada extensivamente no Cerrado, e pode ser cultivada na entressafra antes da cultura principal, soja por exemplo, nesta mesma região, pois é facilmente controlada e dessecada sob plantio direto em sucessão à soja (Sodré-filho et al., 2022).

Nos sistemas produtivos de consorciação pode ocorrer possível competição entre as espécies que foram utilizadas, tornando necessário fazer um adequado planejamento do uso de herbicidas, para apenas parcialmente suprimir a cultura consorciada, objetivando evitar perdas produtivas (Macedo, 2009). Não há herbicidas que controlam gramíneas invasoras que sejam seletivos para a cultura do sorgo. Porém, recentemente foi lançado no mercado um novo híbrido de sorgo tolerante às imidazolinonas. Logo, há necessidade de prospecção a partir de herbicidas derivados da imidazolinona que controlam gramíneas invasoras que sejam seletivos para o sorgo cultivado em consórcio com diferentes gramíneas forrageiras. Diante disso, a oportunidade de fazer um estudo avaliando qual dose do herbicida aplicada com diferentes gramíneas forrageiras foi a mais eficaz em controlar plantas daninhas e travar o desenvolvimento das forrageiras, tornando assim este consórcio viável.

Neste contexto, o imazapique + imazetapir (Zelone) se apresenta com potencial para ser utilizado no manejo de forrageiras consorciadas com sorgo tolerante, por promover importantes efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas sensíveis quando aplicado em subdoses. Entretanto ainda são poucas as informações relacionadas ao comportamento das gramíneas forrageiras à aplicação da mistura de imazapique + imazetapir em subdoses. Diante disso, objetivou-se avaliar subdoses da mistura de imazapique + imazetapir na supressão de cultivares de *Urochloa ruziziensis*, visando ao consórcio com sorgo, além da influência deste manejo na dinâmica de plantas daninhas.

#### 4 REVISÃO DE LITERATURA

O Estado de Goiás tem se projetado nos últimos anos como um importante colaborador na produção de grãos no cenário nacional, principalmente soja, sorgo e milho. O Estado de Goiás cultivou, na safra 2024/2025, uma área de 4,8 milhões de hectares de soja (*Glycine max* (L.) Merril) com uma produção de 17,3 milhões de toneladas, conforme dados do levantamento da CONAB de Setembro de 2025. Enquanto a produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) alcançou na mesma safra em Goiás aproximadamente 13,6 milhões de toneladas, cultivados em 1,8 milhão de hectares. A produção de sorgo no período foi de 1,34 milhão de toneladas, cultivados em 418 mil hectares.

O município de Rio Verde tem importante participação na produção de grãos, uma vez que produz soja na safra e milho ou sorgo na safrinha e as três são culturas importantes para o Estado no cenário nacional e para a região do Sudoeste Goiano em particular. Um dos entraves na produção de soja e milho geneticamente modificada para resistência ao glifosato é o controle químico de plantas daninhas nessas culturas, feito quase que exclusivamente pelo herbicida glifosato, que tem favorecido a ocorrência de resistência de plantas daninhas a esse herbicida. Nesse contexto, a buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*) e o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) são espécies problemáticas nesta sucessão de culturas no estado de Goiás.

O plantio de culturas anuais em rotação, ou consorciadas com espécies forrageiras, além de ser uma alternativa para a formação e reforma de pastagens pode ser empregado, utilizando-se as culturas produtoras de grãos, visando a redução dos custos de produção, principalmente com adubação, preparo do solo e controle de plantas daninhas (Macedo, 2009; Chioderoli et al., 2010; Matias et al., 2019; Martins et al., 2019; Deiss et al., 2020; Summers et al., 2021; Ambus et al., 2023).

O uso de sistemas de plantio direto em áreas com deficiência de palhada ou cobertura do solo vem aumentando a infestação de plantas daninhas tolerantes e resistentes aos herbicidas como trapoeraba, leiteiro, capim-amargoso, corda-de-viola, e a própria buva, entre outras, levando a redução de até 50% da produtividade da soja em comparação ao plantio realizado sobre palhada de *Urochloa* spp ou *Panicum maximum*, que apresentam alta produtividade e longa persistência (Gomes et al., 2008; Lima et al., 2014). Cultivos simultâneos entre espécies do gênero *Urochloa* ou *Panicum* com milho ou sorgo possibilitam a colheita de grãos e a oferta antecipada da forragem de alta produtividade e a formação de palhada para o plantio direto de soja ou de outras culturas graníferas.

Nos sistemas de consórcio, as forrageiras têm sido utilizadas para iniciar a integração lavoura pecuária (ILP) em diversas regiões (Alvarenga, 2001, Alvarenga et al., 2006, Bernardi et al., 2009, Debiasi et al., 2009, Veloso et al., 2009). E o milho, o sorgo, e a soja as culturas de grãos mais plantadas nos sistemas de ILP no Centro-Oeste (Almeida et al., 2009; Costa et al., 2009; Kichel et al., 2009 e Zimmer et al., 2009; Almeida et al., 2017; Oliveira et al., 2018; Jank et al., 2022).

Nas condições de Cerrado, o cultivo consorciado entre milho e forrageiras é uma tecnologia que permite manter a produção de grãos do milho e aumentar a produção de palhada, de maneira a viabilizar o plantio direto, com a sucessão soja/milho. O diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre as espécies, permite a realização do consórcio entre culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais (Macedo, 2009). A competição existente entre as espécies se não manejadas adequadamente pode inviabilizar o cultivo consorciado. Tal competição pode ser amenizada com adoção de práticas culturais, como a aplicação de herbicidas que vão inibir a taxa de crescimento inicial da forrageira (Dan et al., 2011; Martins et al., 2019).

O sorgo geralmente é cultivado no Cerrado como segunda safra, em locais de baixo volume pluviométrico, devidos às suas características de adaptação a diferentes condições de fertilidade do solo e seca (Oliveira et al., 2020). Porém, algumas espécies de gramíneas forrageiras podem afetar a produção de matéria seca e de grãos de sorgo (Silva et al., 2017; Sodré-Filho et al., 2022). As forrageiras africanas, de alto rendimento na produção de forragem, possuem sistemas radiculares vigorosos e profundos que aumentam a tolerância à seca e a ciclagem de nutrientes (Rocha et al., 2020; Sarto et al., 2021), e afetam o rendimento de grãos do sorgo pela competição. Além do mais, não há herbicidas que controlam ou suprimem as gramíneas forrageiras, que sejam seletivos para a cultura, como se tem, por exemplo, para a cultura do milho, onde são usados os herbicidas nicossulfuron, tembotriona e mesotriona.

Recentemente foi lançado no mercado, um híbrido de sorgo tolerante aos herbicidas inibidores da ALS (acetolactato sintase), denominado “tecnologia Igrowth, principalmente para os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Logo, há necessidade de prospecção de herbicidas deste grupo químico, que possuem atividade herbicida sobre gramíneas para serem posicionados na cultura do sorgo consorciado com forrageiras. A tecnologia “Igrowth”, obtida por meio de mutagênese, proporciona plantas de sorgo tolerantes às imidazolinonas, com referência a mistura pronta de imazetapir + imazapique.

O interesse na utilização de forrageiras melhoradas do gênero *Urochloa*, dentro da ILP tem aumentado consideravelmente (Almeida et al., 2017), sendo que na última década,

empresas privadas e instituições públicas disponibilizaram por meio do melhoramento genético mais de quinze novas cultivares de gramíneas forrageiras (Jank et al., 2022). *Urochloa ruziziensis*, apesar do desenvolvimento inicial lento e da baixa altura das plantas, é uma espécie que produz grande quantidade de matéria seca durante a estação seca e apresenta grande potencial para produção de palha (Carvalho et al., 2017). É uma forrageira encontrada extensivamente no Cerrado, e pode ser cultivada na entressafra antes da cultura da soja por exemplo, pois é facilmente controlada e dessecada em plantio direto com glifosato (Sodré-Filho et al., 2022).

A BRS Integra é a primeira cultivar de *Urochloa ruziziensis* oriunda do programa de melhoramento genético da Embrapa para as condições brasileiras. Foi desenvolvida como alternativa de forrageira para a produção de palhada nos sistemas de ILP. Apresenta maior produção de massa seca de forragem total e de folhas no outono/inverno, quando comparada a cultivar convencional de *U. ruziziensis*. A maior produção na época seca a torna mais indicada para os cultivos de ILP, podendo contribuir com o aumento de produtividade desses sistemas (Argel et al., 2007; Vilazar 2023).

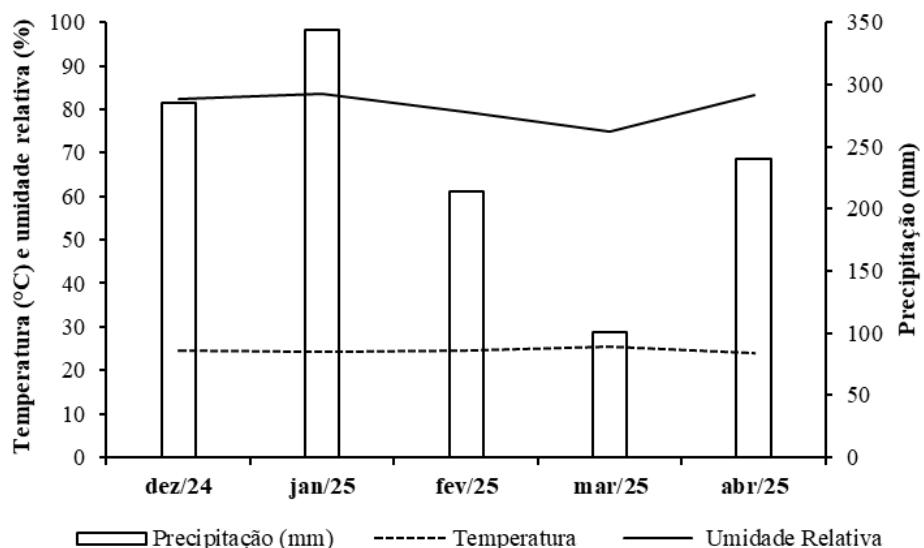
Desta forma, pesquisas relacionadas a métodos de manejo mais sustentáveis dos cultivos em sucessão de soja entre as duas culturas (milho e sorgo) tolerantes, aos herbicidas glifosato e [imazapique + imazetapir], respectivamente, são extremamente importantes no sentido de garantir a viabilidade econômica e ambiental do sistema e aumentar os ganhos do produtor.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Local do experimento e condições ambientais

O estudo foi realizado no Instituto Federal Goiano, localizado na região Sudoeste do estado de Goiás. A área experimental apresenta um solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2018), equivalente à ordem Oxisol no sistema de classificação norte-americano (Estados Unidos, 2014). As análises físicas e químicas foram efetuadas na camada superficial de 0 a 20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,98; P 17,81 mg dm<sup>-3</sup>; K 213 mg dm<sup>-3</sup>; Ca 4,71 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 1,77 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al 0,05 cmolc dm<sup>-3</sup>; saturação de base 66,48%; MO 28,86 g dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Conforme a classificação climática de Köppen, a região caracteriza-se pelo tipo Aw, apresentando um clima mesotérmico, tropical de savana, com estação chuvosa no verão e um período de seca no inverno. Os dados climáticos referentes ao período experimental, apresentados na Figura 1, foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022).



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

## 5.2 Delineamento experimental

Foram conduzidos dois ensaios independentes, cada um empregando uma cultivar de *Urochloa ruziziensis*: a cv. Comum e a BRS Integra. Ambos foram instalados no mesmo local, mas manejados separadamente. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), composto por sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais por ensaio. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes subdoses da mistura pronta de imazapique + imazetapir, (0; 0,07; 0,14; 0,35; 0,7; 1,4 e 2,1 L pc ha<sup>-1</sup>) da formulação comercial Zelone® (UPL, Brasil), contendo 75 g L<sup>-1</sup> de imazetapir e 25 g L<sup>-1</sup> de imazapique. Em todos os tratamentos foi incluída atrazine (Aclamado BR®) na dose de 1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, como forma de padronizar o manejo químico inicial das parcelas.

Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m. A área útil foi delimitada pelas duas linhas centrais, excluindo 0,5 m de bordadura em suas extremidades, enquanto o espaçamento de 1 m entre blocos.

### **5.3 Instalação do experimento**

A preparação da área iniciou-se com a dessecação da vegetação espontânea utilizando glifosato (Shadow®) na dose de 1.680 g e.a. ha<sup>-1</sup>, visando eliminar plantas daninhas presentes e minimizar sua competição com as forrageiras durante o estabelecimento inicial. Após um período de 15 dias, foi realizado o preparo mecânico do solo, consistindo em uma aração seguida de duas gradagens, procedimento adotado para promover melhor condição de semeadura e incorporação parcial dos resíduos vegetais.

A semeadura foi realizada na data 06/01/2025, as forrageiras cv. Comum e a BRS Integra foram semeadas manualmente e a lanço utilizando uma taxa de 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 79% de Valor Cultural (CV). A adubação de base foi realizada com a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-28-16 – N-P-K..

### **5.4 Aplicação dos herbicidas**

A aplicação dos tratamentos herbicidas ocorreu aos 29 dias após a semeadura (DAS), quando a forrageira apresentava três perfilhos. A pulverização foi realizada com um pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, equipado com uma barra contendo quatro pontas TT11002, espaçadas em 0,50 m e posicionadas a 0,5 m acima do dossel das plantas. 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 1.200 g i.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida atrazina (Aclamado BR®) a fim de auxiliar o controle de plantas daninhas de folhas largas. As condições climáticas no momento da aplicação foram determinadas com termohigroanemômetro, sendo que a umidade relativa do ar foi de 42,4%, a temperatura do ar de 28°C e a velocidade do vento de 2,1 m s<sup>-1</sup>.

### **5.5 Avaliações de fitointoxicação**

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) dos herbicidas, foi avaliada a porcentagem de fitointoxicação das plantas, tendo sido estabelecida uma escala percentual de notas de 0 a 100%, em que 0 representará ausência de injúrias nas plantas e 100, a morte das plantas (SBCPD, 1995). Etapa para caracterizar os efeitos imediatos e progressivos das diferentes subdoses do herbicida sobre as cultivares avaliadas, permitindo identificar níveis eficientes de supressão inicial.

## 5.6 Avaliações do material vegetal e características morfológicas

Aos 81 DAS, respectivamente, foi avaliada a produção de massa seca das forrageiras. Foram coletadas em 1,5 m na linha central de cada unidade experimental plantas de *U. ruziziensis* que foram cortadas a 0,15 m de altura, com o uso de ‘cutelo’. Após o corte, foi feito o peso da massa fresca da forragem e, posteriormente, retirada uma alíquota de aproximadamente 0,5 kg para determinação da massa seca. Desta amostra, foram separadas as folhas, colmos e material senescente. Em seguida, essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em câmara de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, para posterior determinação de massa seca.

A relação folha:colmo (RFC) foi calculada dividindo os dados de massa seca das folhas e colmos em dez perfilhos coletados ao acaso na área útil das respectivas parcelas. A altura do dossel das forrageiras foi determinada antes de cada corte, com régua graduada. Foi aferida a altura em dois pontos aleatórios dentro de cada unidade experimental. Foi contado em área de 1m<sup>2</sup> o número de touceiras e de perfilhos da forrageira.

## 5.7 Avaliação da comunidade de plantas daninhas

Aos 81 DAS foi feita a avaliação de plantas daninhas. Para tanto, foram lançados ao acaso dois quadrados amostrais vazados de 0,25 m<sup>2</sup> por parcela experimental, logo após, foram feitas a identificação, a separação das espécies e sua contagem. Em seguida, as plantas daninhas foram cortadas rente ao solo e sua parte aérea acondicionada em sacos de papel para posterior mensuração da massa seca. A massa seca foi obtida pela secagem em câmara de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, sendo posteriormente mensurada a massa seca em balança analítica.

## 5.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ( $p<0,05$ ), e quando significativos à análise de regressão. Os modelos foram escolhidos de acordo com a significância, simplicidade e valor do coeficiente de determinação.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas daninhas mais frequentes avaliadas na colheita das forrageiras foram *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Ipomoea* spp., *Nicandra physaloides* e *Panicum maximum*, com frequências relativas médias de 13,5, 20,28, 0,69, 0,67 e 65,19%, respectivamente. No ensaio com a forrageira BRS Integra não foi observado efeitos dos tratamentos sobre a densidade e massa seca das espécies de plantas daninhas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Densidade e massa seca de plantas daninhas avaliadas aos 81 DAS da forrageira *U. ruziziensis* cv. BRS Integra em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique

Plantas daninhas	Doses (L pc ha <sup>-1</sup> )							Média
	0	0,07	0,14	0,35	0,7	1,4	2,1	
Densidade de indivíduos (plantas m <sup>-2</sup> )								
<i>Panicum maximum</i>	5,50 <sup>ns</sup>	5	6	7,5	11	8	5,5	6,93
<i>Digitaria horizontalis</i>	2,50 <sup>ns</sup>	1,5	1	2	2	0	0	1,29
<i>Eleusine indica</i>	0 <sup>ns</sup>	0,5	2,5	1,5	1	4	7	2,36
<i>Nicandra physaloides</i>	0 <sup>ns</sup>	0,0	0	0	0	0	0,5	0,07
<i>Ipomoea</i> spp	0 <sup>ns</sup>	0	0	0	0	0,5	0	0,07
Densidade total	8,00 <sup>ns</sup>	7	12	8,5	14	12,5	13	10,71
Massa seca (g m <sup>-2</sup> )								
<i>Panicum maximum</i>	439,2 <sup>ns</sup>	397,55	338,45	181,3	405,9	332,05	193,5	326,84
<i>Digitaria horizontalis</i>	16,55 <sup>ns</sup>	3,75	4,65	9,8	1,65	0	0	5,2
<i>Eleusine indica</i>	0 <sup>ns</sup>	3,45	7,55	8,4	6,55	15,6	23,65	9,31
<i>Nicandra physaloides</i>	0 <sup>ns</sup>	0	0	0	0	0	0,04	0,01
<i>Ipomoea</i> spp	0 <sup>ns</sup>	0	0	0	0	0,06	0	0,01
Massa seca total	455,75	404,75	356,65	193,5	414,1	347,71	217,19	341,37

ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Por outro lado, no ensaio com a cv. Comum foi observado efeitos de tratamentos para a massa seca de *E. indica* e massa seca do total da comunidade infestante. Enquanto a massa seca total da comunidade apresentou uma redução linear significativa em função do aumento da dose do herbicida, a massa seca de *E. indica* seguiu uma tendência oposta, de aumento linear (Tabela 2).

**Tabela 2.** Densidade e massa seca de plantas daninhas avaliadas aos 81 DAS da forrageira U. *ruiziensis* cv. Comum em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique.

Plantas daninhas	Doses (L pc ha <sup>-1</sup> )							Média
	0	0,07	0,14	0,35	0,7	1,4	2,1	
Densidade de indivíduos (plantas m <sup>-2</sup> )								
<i>Eleusine indica</i>	0 <sup>ns</sup>	0,75	0	1,5	0,25	3,25	3,75	1,36
<i>Ipomoea spp</i>	0 <sup>ns</sup>	0	0	0	0	0,25	0	0,04
<i>Panicum maximum</i>	5 <sup>ns</sup>	4,25	3,5	5	4	3,25	3	4
Densidade total	5 <sup>ns</sup>	5	6	5,75	4,75	9,75	6,75	6,14
Massa seca (g m <sup>-2</sup> )								
<i>Digitaria horizontalis</i>	0 <sup>ns</sup>	0	19,2	7,75	5,6	22,45	0	7,86
<i>Eleusine indica</i>	0 <sup>*1</sup>	2,2	0	10,73	11,1	17,5	66,95	15,5
<i>Ipomoea spp</i>	0 <sup>ns</sup>	0	0	0	0	0,07	0	0,01
<i>Panicum maximum</i>	951,25 <sup>ns</sup>	498,5	514,2	255,95	431,3	65,7	173,45	412,91
Massa seca total	951,25 <sup>*2</sup>	500,7	333,35	533,4	448	105,72	240,4	444,69

ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. \* significativo pelo teste F. 1- modelo Y = 27,322x - 3,0816,  $r^2 = 0,84$ . 2-modelo Y = 948,0767/1+(x/0,1434) $^{0,4624}$

A massa seca de *E. indica* aumentou à taxa de 10,92 g para cada incremento de um litro da mistura de imazapique + imazetapir ( $R^2 = 0,79$ ), indicando que nenhuma das doses testadas foi capaz de suprimir o crescimento desta espécie. Em contraste, a massa seca total da comunidade infestante foi reduzida linearmente, com um decréscimo de 282,12 g a cada litro da mistura pronta de imazapique + imazetapir aplicada ( $R^2 = 0,83$ ). A dose comercial recomendada (1,4 L ha<sup>-1</sup>) foi necessária para alcançar uma redução de 50% nesta variável, efeito que pode ser atribuído ao controle das espécies suscetíveis presentes no banco de sementes.

A divergência na resposta evidencia um claro caso de seletividade diferencial imposta pelo herbicida. O mecanismo de ação das imidazolinonas, como a mistura testada, consiste na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), crucial para a biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina). Em plantas suscetíveis, a absorção e translocação do herbicida para os meristemas resulta na paralisia do crescimento e, subsequentemente, na senescência, por deficiência na síntese proteica e metabólica (OLIVEIRA JR. e INOUE, 2011; VIEIRA et al., 2023).

A resposta atípica de *E. indica* mostra um aumento de biomassa em resposta à aplicação do herbicida que não pode ser explicada pelo mecanismo de ação padrão. Com o aumento de biomassa mesmo sob aplicação de doses elevadas, sugere uma tolerância decorrente do estádio fenológico avançado no momento da aplicação (29 DAS). Conforme Oliveira Jr. et al. (2011), a eficácia herbicidas inibidores da ALS, como a mistura de imazapique + imazetapir, é altamente dependente do estádio de desenvolvimento da planta alvo, sendo recomendada a

aplicação nos estádios iniciais (2 a 4 folhas) e decresce acentuadamente com o início do perfilhamento.

Conforme a planta se desenvolve e inicia o perfilhamento, a eficácia do controle químico é reduzida. Isso se deve, principalmente, a alterações fisiológicas e morfológicas, como o aumento da espessura da cutícula e a maturação dos tecidos. Tais fatores limitam a absorção e a translocação do herbicida em quantidades letais para os meristemas, o que confere maior tolerância aos indivíduos em estádios mais avançados (MARQUES et al., 2011). Assim, o herbicida pode ter causado apenas uma supressão momentânea ou insuficiente. Adicionalmente, com a supressão da forrageira, houve uma redução da competição interespecífica, permitindo que os indivíduos sobreviventes de *E. indica* aproveitassem os recursos disponíveis para acumular mais massa seca, caracterizando um efeito de liberação competitiva.

Para a cv. Comum não foram observados efeitos de tratamentos para as variáveis biométricas e produtivas da forrageira: o rendimento médio de massa seca foi 2096,38 kg ha<sup>-1</sup>, a altura do dossel foi de 81,50 cm, o número de touceiras por metro quadrado foi de 0,91 e o número de perfilhos por metro quadrado foi de 58,75 (Tabela 3). Para a BRS Integra também não foram observados efeitos de tratamentos para as variáveis biométricas e produtivas: o rendimento médio de massa seca foi 2.043,16 kg ha<sup>-1</sup>, a altura do dossel foi de 81,85 cm, o número de touceiras por metro quadrado foi de 1,4 e o número de perfilhos por metro quadrado foi de 59,31, podendo ser justificado pela presença da biomassa produzidas pela forrageiras (Tabela 4).

**Tabela 3.** Massa seca (MS), altura de plantas (AP), número de touceiras (NT), número de perfilhos (NP), avaliados no corte da forrageira *U. ruziziensis* cv. Comum em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique.

Variáveis	Doses da mistura pronta de imazapique + imazetapir (L ha <sup>-1</sup> )						
	0	0,07	0,14	0,35	0,7	1,4	2,1
MS (kg ha <sup>-1</sup> )	2722,57 <sup>ns</sup>	2079,2	2321,9	2841,4	1767	1753,03	1816,18
AP (m)	0,74 <sup>ns</sup>	0,89	0,81	0,91	0,82	0,8	0,76
NT (n m <sup>-2</sup> )	1,1 <sup>ns</sup>	1,1	1,5	1,9	1,4	1,5	1,3
NP (n m <sup>-2</sup> )	45,5 <sup>ns</sup>	68,6	57,6	77,3	54,6	57,3	54,3

ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4.** Massa seca (MS), altura de plantas (AP), número de touceiras (NT), número de perfilhos (NP), avaliados no corte da forrageira *U. ruziziensis* cv. BRS Integra em função das doses do herbicida imazetapir + imazapique.

Variáveis	Doses da mistura pronta de imazapique + imazetapir (L ha <sup>-1</sup> )						
	0	0,07	0,14	0,35	0,7	1,4	2,1
MS (kg ha <sup>-1</sup> )	2244,62 <sup>ns</sup>	1921,4	2538	1554,9	2362	2117,51	1765,13
AP (m)	0,77 <sup>ns</sup>	0,91	0,82	0,76	0,99	0,92	0,96
NT (n m <sup>-2</sup> )	1,12 <sup>ns</sup>	1,3	1,5	1,1	1,8	1,8	1,4
NP (n m <sup>-2</sup> )	38,37 <sup>ns</sup>	45,13	54,63	50,88	48,63	42,25	54,88

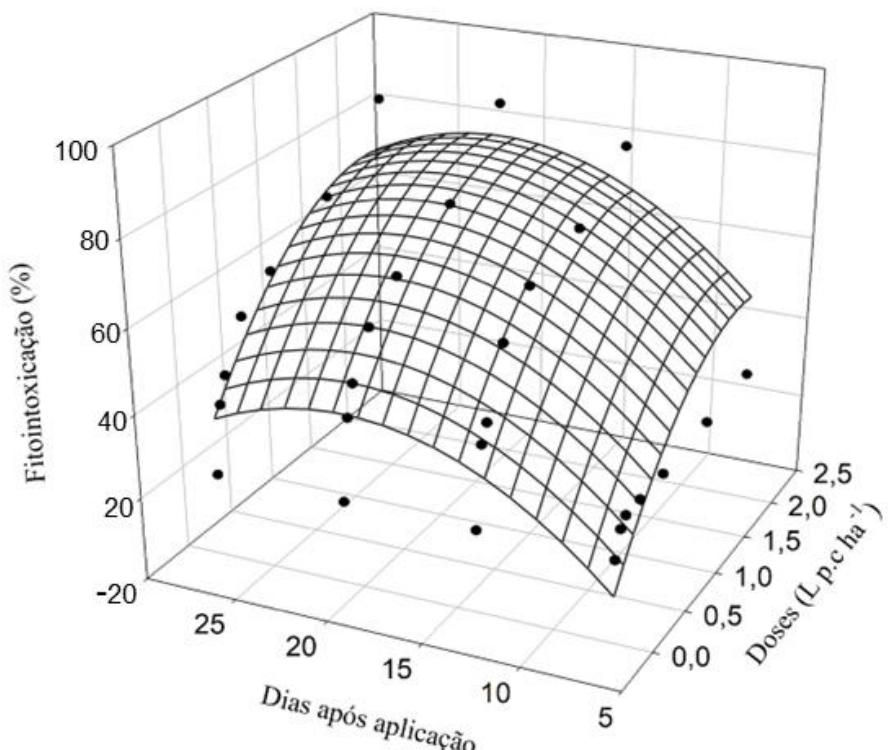
ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A produtividade de massa seca constitui outro fator crucial na determinação da seletividade e dose de herbicidas para a supressão inicial de forrageiras. Conforme Gheno et al. (2021), as doses com potencial supressivo são aquelas capazes de reduzir a produção de biomassa em um intervalo de 20% a 60%, sendo a redução de 50% considerada ideal. Para a cultivar Comum, a dose comercial mais elevada testada promoveu uma redução de 40% em comparação à testemunha não tratada, posicionando-se, portanto, como uma dose potencial conforme os critérios dos autores. Em contraste, a cv. BRS Integra exibiu uma redução de apenas 15%, indicando, de acordo com a referência citada, a necessidade de investigações adicionais para definir uma dosagem adequada. Ressalta-se, no entanto, que tais reduções não foram estatisticamente significativas para nenhuma das cultivares. Desse modo, não é possível afirmar que esse nível de supressão seria suficiente para mitigar uma eventual competição com o sorgo em um sistema de cultivo consorciado.

Em trabalho com o consórcio de sorgo granífero e diferentes forrageiras, incluindo a *Urochloa ruziziensis*, Oliveira et al. (2020) verificaram que a forrageira produziu 3.860 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca sem comprometer o crescimento ou a produtividade de grãos do sorgo, devido ao seu menor porte. Isso indica um potencial de que as cultivares Comum e BRS Integra, de modo similar, possam não necessitar de supressão para o cultivo consorciado. Assim, o uso da dose comercial da mistura pronta de imazapique + imazetapir torna-se uma estratégia interessante, pois conseguiu reduzir a produtividade em 40% na cv. Comum e em 15% na BRS Integra, além de auxiliar no controle de plantas daninhas, principalmente gramíneas. No entanto, a falta de pesquisas específicas sobre essa mistura pronta de imazapique + imazetapir em sistemas de consórcio com sorgo demonstra necessidade de novos estudos.

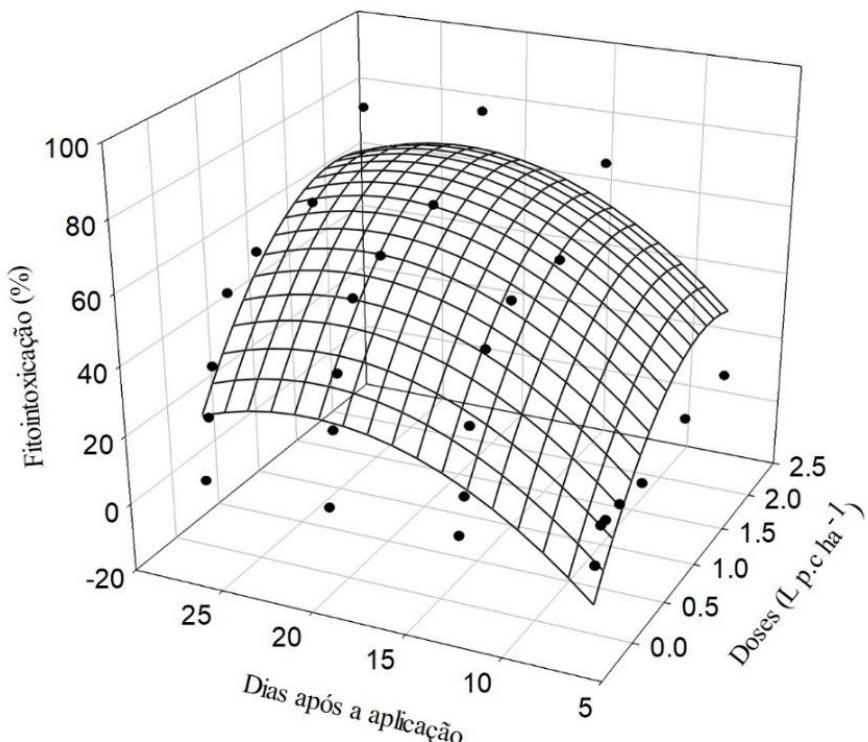
Houve fitointoxicação das cultivares de *U. ruziziensis* com o aumento das doses dos herbicidas no intervalo de 7 até 28DAA (Figuras 1 e 2). Na cv. Comum, o modelo ajustado foi  $Y = -57,4655 + 50,6953x + 7,9694y - 13,3333x^2 - 0,1895y^2$  ( $R^2 = 74,78^*$ ) e na BRS Integra foi  $Y = -53,8383 + 54,8066x + 7,2092y - 15,9143x^2 - 0,1640y^2$  ( $R^2 = 73,42^*$ ), considerando X (doses) e Y (épocas). A maior fitotoxicidez (74,42%) na cv. Comum foi obtida aos 21DAA na dose de 2,1 L p.c. ha<sup>-1</sup>, enquanto para a BRS Integra foi aos 21DAA na dose de 2,1 L p.c. ha<sup>-1</sup> com valor de 72,52% de fitotoxicidez, o que demonstra sensibilidade semelhante entre as cultivares.

**Figura 2.** Fitointoxicação (%) da cultivar *U. ruziziensis* cv. Comum em função de doses do herbicida imazetapir + imazapique e dias após a aplicação.



$$Y = -229,86 + 202,78x + 31,8y - 53,33x^2 - 0,7y^2 \quad R^2 = 74,78^*$$

**Figura 3.** Fitointoxicação (%) da cultivar BRS Integra em função de doses do herbicida imazetapir + imazapique e dias após a aplicação.



$$Y = -53.8383 + 54.8066x + 7.2092y + -15.9143x^2 + -0.1640y^2 \quad R^2 = 73,42^*$$

Com a aplicação realizada na fase do terceiro perfilho, observou-se que, ao longo do tempo, os sintomas fitotóxicos tornaram-se mais evidentes em ambas as cultivares. Esse padrão de progressão sintomatológica é característico de herbicidas sistêmicos, cujos efeitos tendem a se intensificar visualmente após a aplicação. No entanto, ao final do período de avaliações, constatou-se uma redução dos efeitos na maior dose testada, indicando que o herbicida provocou principalmente uma paralisação temporária do crescimento. Mostrando que houve uma retomada do desenvolvimento vegetativo das plantas, que emitiram novas folhas.

O nível de fitointoxicação é uma variável fundamental na seleção de herbicidas ou de suas doses para a supressão inicial de forrageiras. É essencial que esse manejo não comprometa o potencial produtivo das plantas, uma vez que a formação de palhada ou de pastagem constitui um dos principais objetivos da inserção de forrageiras em sistemas consorciados. Nesse contexto, conforme apontam Gheno et al. (2021) e Cunha et al. (2024), um herbicida é considerado eficiente para reduzir o crescimento sem prejudicar significativamente a produtividade quando os danos causados se situam na faixa de 40% a 50%.

Cruvinel et al. (2021) afirmam que herbicidas apresentam potencial para supressão de forrageiras quando os níveis de fitotoxicidade se mantêm abaixo de 60% aos 21 DAA e inferiores a 50% aos 35 DAA. No presente estudo, embora a dose mais elevada proposta tenha resultado em injúrias visuais que excederam o limite de 60% aos 21 DAA (74% para a cv. Comum e 72% para a BRS Integra). Temos que na dose comercial recomendada de 1,4 L p.c. ha<sup>-1</sup> a fitointoxicação estimada manteve-se no limiar de 60% para a cv. Comum e 58% para a BRS Integra aos 21 DAA, demonstrando alta capacidade de recuperação quando utilizada na dose comercial. Portanto, conforme os parâmetros estabelecidos pelos autores mencionados, a mistura pronta de imazapique + imazetapir testada nesta pesquisa demonstra potencial de uso para ambas as forrageiras, considerando a variável fitointoxicação.

## 7 CONCLUSÃO

Não houve efeitos de tratamentos sobre a densidade de plantas daninhas da comunidade infestante, avaliadas aos 80DAA. As principais espécies que ocorreram foram *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Ipomoea spp.*, *Nicandra physaloides* e *Panicum maximum*, que foram as de maior frequência relativa. Os tratamentos não afetaram o acúmulo de massa seca, altura de forrageiras, números de touceiras e perfilhos por m<sup>2</sup> de pastagem. A aplicação da mistura pronta dos herbicidas imazapique + imazetapir nas doses testadas e aplicadas no estádio fenológico das forrageiras promoveu efeitos fitotóxicos crescentes, conforme o aumento das doses; porém, ambas as forrageiras se recuperaram dos sintomas mostrando-se tolerantes aos produtos.

## REFERÊNCIAS

2030 WATER RESEARCH GROUP (2030 WRG). **Charting Our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making.** Water Research Group, 2009

ALMEIDA, R.G. et al. (2009) **Densidade de semeadura para capim-piatã em cultivo simultâneo com sorgo na safrinha.** In: Congresso de Forragicultura e Pastagens, 2009, 3, Viçosa. Anais...Viçosa. CD ROM.

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

ALVARENGA, R. C. (2006) **Potencialidades das culturas de milho e sorgo na Integração Lavoura-Pecuária.** In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 26, 2006 Anais... Sete Lagoas: SBMS.

ALVARENGA, R.C. et al. (2001) **Plantas de cobertura do solo para sistema plantio direto.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n,208, p.25-36.

AMBUS, J. V. et al. (2023) **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.

ANIL, L. et al. (1998) **Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK.** Grass Forage Sci. 1998, 53, 301–317.

ARGEL, P. J. et al. (2007) **Cultivar mulato II (Brachiaria híbrido CIAT 36087): gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente al salivazo y adaptada a los suelos tropicales ácidos bien drenados.** Centro Internacional de Agricultura Tropical, v. 1, p. 1–29.

BERNARDI, A. C. et al. (2009) **Renovação de pastagem e terminação de bovinos jovens em sistema de Integração Lavoura Pecuária em São Carlos, SP.** In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46, 2009, Maringá: Anais... Maringá: UEM, 2009. CD ROM.

CARVALHO A.M. et al. (2017) **Soil N<sub>2</sub>O fluxes in integrated production systems, continuous pasture and Cerrado.** Nutrient Cycling in Agroecosystems 107: 1-15.

CHIODEROLI, C. A. et al. (2010) **Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central.** Engenharia Agrícola, v. 30, n. 6, p. 1101-1109.

- COSTA, J. A. A. et al. (2009) **Produtividade de grãos e de forragem em sistemas de cultivo simultâneo de capins com milho na safra.** In: Workshop de Integração Lavoura-Pecuária Floresta na Embrapa, 2009, Brasília. Resumos... Brasília: Embrapa –DPD, 2009. CD ROM.
- CRUSCIOL C.A.C. et al. (2015) **Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisade grass cover crops.** Agronomy Journal 107: 2271-2280.
- CUNHA, F. P. et al. **Selectivity of herbicides for pigeon pea grown in intercropping with maize.** Australian Journal of Crop Science, v. 18, n. 4, p. 200-206, 2024
- DEBIASI, H. et al. (2009) **Uso de forrageiras tropicais em sistemas de sucessão com a soja e sua relação com a qualidade física do solo na região do Basalto Paranaense.** In: Congresso Brasileiro de Soja, 5, 2009, Goiânia. Anais... Londrina: Embrapa Soja.
- DEISS, L. et al. (2020) **Soil chemical properties under no-tillage as affected by agricultural trophic complexity.** European Journal of Soil Science, v. 71, n. 6, p. 1090-1105.
- EBERHARDT, D. et al. (2021) **Effects of companion crops and tillage on soil phosphorus in a Brazilian oxisol: a chemical and  $^{31}\text{P}$  NMR spectroscopy study.** Journal of Soils and Sediments 21: 1024-1037.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 5.ed. Embrapa, Rio de Janeiro, Brazil, 2018. 208p
- ENTZ, M.H. et al. (2002) **Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains.** Agronomy Journal 94:240–250.
- GHENO, E. A. et al. **Herbicides to ruzigrass suppression in intercropping with corn.** Weed Control Journal, v. 20, e202100736, 2021.
- GOMES F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto.** Planta Daninha, v. 26, n. 4, p. 789-798
- HENDRICKSON, J.R. et al. (2008) **Principles of integrated agricultural systems: Introduction to processes and definition.** Renewable Agriculture and Food Systems: 23(4); 265–271.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Informações sobre as condições climáticas em Rio Verde - GO. 2025.** Available on: . Accessed on: Nov 2025.
- JANK, L. et al. (2022) O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. Embrapa Gado de Corte – Comunicado técnico (163),

Kichel, A.N. et al. (2009) **Produtividade de forragem em sistemas de cultivo simultâneo de capins com sorgo forrageiro.** In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46, 2009, Maringá: Anais... Maringá: UEM, 2009. CD ROM.

KRALL, J. M., & Schuman, G. E. (1996). **Integrated dryland crop and livestock production systems on the Great Plains: Extent and outlook.** Journal of Production Agriculture, 9(2), 187-191.

KRUPINSKY, J. M. et al. (2002). **Managing plant disease risk in diversified cropping systems.** Agronomy journal, 94(2), 198-209.

LIMA, S. F. et al. (2014) **Palhada de braquiária ruziziensis na supressão de plantas daninhas na cultura da soja.** Revista Agrarian, v. 7, n. 26, p. 541-551.

LITHOURGIDIS, A.S. et al. (2011) **Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems.** Eur. J. Agron. 2011, 34, 287–294.

MACEDO, M. C. M. (2009) **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 1, p. 133-146.

MAITRA, S. et al. (2021) **Intercropping—A Low Input Agricultural Strategy for Food and Environmental Security.** Agronomy, 11, 343.

MANASA, P. et al. (2018) **Effect of summer maize-legume intercropping system on growth, productivity and competitive ability of crops.** Int. J. Manag. Technol., 8, 2871–2875.

MARTINS, D. et al. (2019) **Consórcio entre Milho e Urochloa brizantha Manejada com Subdoses de Mesotrione.** Planta Daninha, v. 37.

MARQUES, R. P. et al. **Controle químico em pós-emergência de espécies de Brachiaria em três estádios vegetativos.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 78, n. 3, p. 409-416, 2011.

MATIAS, M. L. et al. (2019) **Uso de subdoses de glyphosate na supressão de espécies forrageiras consorciadas com milho.** Científica, v. 47, n. 4, p. 380-387.

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

OLIVEIRA, S. et al. **Performance of grain sorghum and forage of the genus Brachiaria in integrated agricultural production systems.** Agronomy, v. 10, n. 11, p. 1-13, 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 263-304

PEREIRA, Pâmela Castro. **Eficácia do imazapyr no controle de plantas daninhas e seu impacto sobre plantas não alvo**. 2020. 98 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020.

ROCHA, K. F. et al. (2020) **Cover crops affect the partial nitrogen balance in a maize–forage cropping system**. Geoderma, 360, 114000.

SARTO, M. V. M. et al. (2020) **Root and shoot interactions in a tropical integrated crop–livestock–forest system**. Agricultural Systems, 181, 1–11.

SARTO, M. V. M. et al. (2021) **Maize and sorghum root growth and yield when intercropped with forage grasses**. Agronomy Journal, 113:4900–4915.

SCHIERE, J.B. ET AL. (2002) **The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation**. Agricultural Ecosystems and Environment 90:139–153.

SILVA, J. M. F. ET AL. (2017) **Row spacing, plant density, sowing and harvest times for sweet sorghum**. Pesquisa Agropecuária Tropical 47: 408-415.

SODRÉ-FILHO, J. et al. (2022) **Intercropping sorghum and grasses during off-season in Brazilian Cerrado**. Sci. Agric. v.79, n.5, e20200284.

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

TAKANO, H. K. et al. Discovery and mode-of-action characterization of a new class of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 71, n. 47, p. 18227-18238, 2023.

United States. Soil Survey Staff. **Keys to soil taxonomy**. 12.ed. Lincoln: USDA NRCS. 2014. Available on: . Accessed on: Nov. 2025

VELOSO, C.A.C. et al. (2009) **Primeiro ciclo de cultivo do sistema de integração lavoura pecuária-floresta em Paragominas/PA**. In: Workshop de Integração Lavoura- Pecuária Floresta na Embrapa, 2009, Brasília. Resumos... Brasília: Embrapa – DPD,2009. CD ROM.

VIEIRA, C. et al. Resposta do arroz irrigado a herbicidas em função do sombreamento e da inundação do solo. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 22, n. 2, p. 242-250, 2023

VILAZAR, N. **Respostas de forrageiras tropicais submetidas a doses de calcário e fósforo.** 2023.

ZIMMER, A.H. et al. (2009) **Produção de forragem de milho em cultivo solteiro e de sua consociação com quatro forrageiras tropicais no Mato Grosso do Sul.** In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46, 2009, Maringá: Anais...Maringá: UEM, 2009. CD ROM.