



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

***CAMPUS* ERECHIM**

CURSO DE AGRONOMIA

RAFAEL HOFFMANN WALL

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS DE FORMA
ÚNICA OU SEQUENCIAL NA CULTURA DO MILHO**

ERECHIM – RS

2022

RAFAEL HOFFMANN WALL

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS DE FORMA
ÚNICA OU SEQUENCIAL NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Wall, Rafael Hoffmann
EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS DE
FORMA ÚNICA OU SEQUENCIAL NA CULTURA DO MILHO / Rafael
Hoffmann Wall. -- 2022.
40 f.:il.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2022.

I. Galon, Prof. D. Sc. Leandro, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RAFAEL HOFFMANN WALL

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS DE FORMA
ÚNICA OU SEQUENCIAL NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon (Orientador)
UFFS – Erechim

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin
UFFS – Erechim

Prof. Dr. Hugo von Linsingen Piazzetta
UFFS – Erechim

Erechim/RS, Agosto de 2022.

EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS DE FORMA ÚNICA OU SEQUENCIAL NA CULTURA DO MILHO

Resumo: O método de controle químico usando herbicidas é a principal forma de manejo de plantas daninhas infestantes da cultura do milho. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada ou associados para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do milho. Os experimentos de eficácia e seletividade foram instalados a campo, nas safras de 2019/20 e de 2020/21, respectivamente. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 8 (ensaio eficácia) e 2 x 7 (ensaio seletividade), com quatro repetições. No fator A foram alocadas a forma de aplicação dos herbicidas (única ou sequencial) e no fator B os herbicidas [atrazine + mesotrione (1000 + 100 e 1200 + 120 g ha⁻¹), atrazine + mesotrione + glyphosate (1000 + 100 + 1335 e 1200 + 120 + 1335 g ha⁻¹) e atrazine + mesotrione + amonio-glufosinate (1000 + 100 + 400 e 1200 + 120 + 400 g ha⁻¹)], mais duas testemunhas, uma infestada e outra capinada, dependendo do experimento. Avaliou-se a fitotoxicidade dos herbicidas ao híbrido de milho CBS17B082 e a eficiência no controle de papuã, leiteiro, nabo, corda-de-viola, milhã e picão-preto aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Aos 60 DAT aferiu-se, ainda, as variáveis referentes às características fisiológicas do milho, e na colheita determinou-se os componentes de rendimento de grãos. A aplicação de atrazine + mesotrione de forma isolada em diferentes doses controlou o leiteiro, corda-de-viola e o picão-preto; enquanto que a aplicação forma única foi eficaz para todas as plantas daninhas testadas. Na aplicação sequencial, o melhor controle foi obtido com o uso de atrazine + mesotrione associado ao glyphosate. A aplicação de atrazine + mesotrione (1000 + 100 g ha⁻¹) foi o único que demonstrou os melhores parâmetros fisiológicos (concentração interna de CO₂, taxa de transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética e uso eficiente da água). A aplicação da mistura de atrazine + mesotrione + amonio-glufosinate foi o tratamento que demonstrou a maior fitotoxicidade em todas as épocas de aplicação e afetou negativamente a produtividade de grãos do milho.

Palavras-chave: *Zea mays*, associação de herbicidas, controle químico.

EFFICACY AND SELECTIVITY OF SINGLE OR SEQUENTIALLY APPLIED HERBICIDES IN CORN CROP

Abstract: The chemical control method using herbicides is the main management used to control weeds in the corn crop. Therefore, the objective of this study was to evaluate the efficacy and selectivity of herbicides applied alone or in combination for the weed control in corn crops. The experiments were carried out in the field in two agricultural years, 2019/20 (efficacy trial) and 2020/21 (selectivity trial), in a randomized block experimental design, in a 2 x 8 (efficacy trial) and 2 x 7 (selectivity trial) factorial schemes, with four repetitions. In factor A were allocated the form of herbicide application (single or sequential), and in factor B were allocated the herbicides [atrazine + mesotrione (1000 + 100 g ha⁻¹ and 1200 + 120 g ha⁻¹), atrazine + mesotrione + glyphosate (1000 + 100 + 1335 g ha⁻¹ and 1200 + 120 + 1335 g ha⁻¹) and atrazine + mesotrione + ammonium-glufosinate (1000 + 100 + 400 g ha⁻¹ and 1200 + 120 + 400 g ha⁻¹)], plus two controls, one infested and the other weeded. The phytotoxicity of herbicides to corn hybrid CBS17B082 and the efficiency to control alexandergrass, wild poinsettia, turnip, morning glory, crabgrass e beggartick were evaluated at 7, 14, 21, 28 and 35 days after treatment application (DAT). At 60 DAT, the physiological characteristics of corn were also measured, and at harvest, the grain yield components were determined. The application of atrazine + mesotrione alone, in different doses, controlled wild poinsettia, morning glory, and hairy beggarticks and, when applied as a single dose, was effective in all weeds tested. In sequential application, the best control was obtained when using atrazine + mesotrione associated with glyphosate. The application of atrazine + mesotrione 1000 + 100 g ha⁻¹ was the only one that showed the best physiological responses (internal CO₂ concentration - C_i, transpiration rate - E, stomatal conductance - g_s, photosynthetic rate - A, and water use efficiency - EUA). The application of the mixture of atrazine + mesotrione + ammonium-glufosinate was the treatment that showed the greatest phytotoxicity in all seasons of application and negatively affected the corn grain yield.

Keywords: *Zea mays* L., Herbicide association, Chemical control.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

INTRODUÇÃO

O milho apresenta grande importância para a alimentação humana e animal devido ao seu potencial de produção, composição química e valor nutricional, sendo um dos mais relevantes grãos cultivados e consumidos no mundo. Entre as quais o Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (FAO, 2022).

Apesar do Brasil ser um dos países que mais produz milho no mundo a produtividade média esta muito baixa com 5,3 t ha⁻¹ (CONAB, 2022), sendo essa afetada por fatores bióticos ou abióticos que interferem negativamente na produção. Além dos fatores de clima e de solo, o manejo adequado de plantas daninhas torna-se importante para o aumento da produtividade, da qualidade do milho colhido (CHIPOMHO et al., 2020) ou mesmo relacionado ao elevado custo de produção das espécies infestantes da cultura ao se adotar alguma forma de controle.

As plantas daninhas afetam diretamente a produtividade do milho e interferem até mesmo no sistema de produção utilizado por competirem por água, luz, nutrientes, além de serem hospedeiras de pragas ou liberarem substâncias alelopáticas que interferem no bom desenvolvimento da cultura (NICOLETTI, 2022). Dentre as principais espécies de plantas daninhas infestantes do milho destacam-se os gêneros *Digitaria Urochloa*, *Cynodon*, *Sorghum*, *Panicum*, *Amaranthus* spp., *Sida* spp., *Euphorbia*, *Ipomoea*, *Bidens pilosa*, *Conyza*, *Commelina*, dentre outros (MELO et al., 2019; RODRIGUES et al., 2019).

Para o controle das plantas daninhas que infestam a cultura do milho o produtor tem utilizado quase que exclusivamente herbicidas, pela eficácia, rapidez e menor custo de controle quando comparado a outros métodos de manejo (CIRIMINNA et al., 2019, ZHOU et al., 2020). Porém o uso contínuo do mesmo mecanismo de ação pode acarretar problemas de controle pelo fato de que algumas espécies se tornam resistentes aos herbicidas utilizados. Assim sendo, recomenda-se que se efetue o uso de misturas de diferentes mecanismos de ação para se ter êxito no controle ou mesmo evitar o surgimento da resistência, fazendo-se em que a mistura em taque tenha com intuito de aumentar o espectro de controle, facilitando desse modo o manejo de plantas daninhas infestantes do milho (MELO et al., 2019; GALON et al., 2020).

Diversos são os casos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS), fotossistema II e inibidores da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs), utilizados para o controle de plantas daninhas anuais e perenes infestantes do milho (HEAP, 2022).

A associação com outros herbicidas pode ser uma alternativa para redução dos casos de resistência de plantas daninhas ao glyphosate, sendo este, o principal produto utilizado para o

controle de plantas daninhas. Há necessidade de mais estudos para se efetuar as misturas relacionadas às associações de glyphosate e/ou amonio-glufosinate com outros herbicidas utilizados em milho para o controle de plantas daninhas. Uma vez que, algumas associações têm o risco de causar fitotoxicidade à cultura, comprometer a eficácia de controle das plantas daninhas (ALBRECHT et al., 2014) ou ainda ocasionar efeitos como antagonismo, sinergismo ou aditividade nas plantas que são aplicados (GALON et al., 2021).

Os herbicidas como atrazine e mesotrione quando aplicados de modo associados em pós-emergência inicial, demonstram ser alternativas interessantes para o controle de plantas daninhas em milho, mantendo a cultura livre da infestação por todo seu ciclo ou pelo menos no período crítico de controle que vai dos 21 aos 42 dias após a emergência (BALBINOT et al., 2016). Caso esse manejo não seja efetuado a cultura e as plantas daninhas competem entre si de forma direta e/ou indireta (ZOHAIB et al., 2016) o que irá afetar o crescimento, o desenvolvimento e conseqüentemente a produtividade de grãos.

Para obtenção de níveis desejados de eficácia que é de 80 á 100% (OLIVEIRA et al., 2009) torna-se necessário que as aplicações dos herbicidas sejam iniciadas em fase precoce do desenvolvimento das plantas daninhas, ou seja, quando elas ainda estão jovens. Nessa época pode-ser parcelar a a dose do produto em aplicações sequencias, assim aumenta a seletividade do produto para a cultura (OLIVEIRA JR. et al., 2006). No entanto, a eficiência de controle das plantas daninhas quando se aplica os herbicidas de forma sequencial poderá ser menor se as plantas estiverem em estágio mais avançado o que poderá exigir até mesmo doses maiores para se obter níveis regulares de controle.

Os herbicidas quando aplicados nas culturas podem exercer efeitos diretos ou indiretos no crescimento e no desenvolvimento das plantas, provocando alterações nos processos fisiológicos e metabólicos, causando intoxicação, desregulação dos mecanismos de defesa, oxidação celular, alterações na absorção de nutrientes, dentre outros (DREESEN et al., 2018). De acordo com SALOMÃO et al. (2020), a aplicação de herbicidas pode ainda ocasionar interferência negativa sobre os componentes do rendimento de grãos das culturas ou não apresentarem eficácia no controle de plantas daninhas ou mesmo causarem impacto aos agroecossistemas quando utilizados de modo incorreto.

Assim sendo, torna-se importante avaliar os efeitos relacionados com a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados à cultura do milho de modo isolado ou associado em aplicações únicas e sequenciais para o controle de plantas daninhas. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada ou associados para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo nos anos agrícolas de 2019/20 e 2020/21, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, nas coordenadas geográficas com 27°43'26"S e 52° 17' 39" W e altitude de 650 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico Típico (SANTOS et al., 2018). O clima da região é classificado como Cfa (temperado úmido com verão quente) de acordo com a classificação Köppen-Geiger, nas quais as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano (PEEL et al., 2007).

As semeaduras dos experimentos foram realizadas em sistema de plantio direto na palha composta de aveia preta + ervilhaca (4 t ha⁻¹), sendo essa vegetação dessecada com o herbicida glyphosate + 2,4-D (1.440 + 1.209 g ha⁻¹), 15 dias antes da semeadura do milho. A correção da fertilidade do solo foi realizada com base na análise química e seguindo as recomendações de adubação para a cultura do milho (ROLAS, 2016). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 5,1; MO = 3,0%; P= 5,2 mg dm⁻³; K= 118,0 mg dm⁻³; Al³⁺=0,3 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 5,5 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 3,0 cmolc dm⁻³; CTC(t)= 7,4 cmolc dm⁻³; CTC (pH=7,0)= 16,6 cmolc dm⁻³; H+Al= 7,7 cmolc dm⁻³; SB= 53% e Argila= 60%.

A precipitação e a temperatura média (°C) ocorridas durante o período de condução dos experimentos podem ser observadas na Figura 1.

No primeiro experimento foi estudado a eficiência de controle dos herbicidas sobre as plantas daninhas infestantes do híbrido de milho CRS 176082 PW: papuã (*Urochloa plantaginea*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), nabo (*Raphanus raphanistrum*), corda-de-viola (*Ipomoea indivisa*), milhã (*Digitaria ciliaris*) e picão-preto (*Bidens pilosa*) nas densidades de 40, 8, 9, 8, 20 e 8 plantas m⁻², respectivamente. Essas mesmas plantas daninhas encontravam-se no momento da aplicação dos herbicidas no estágio de desenvolvimento de 2 folhas a 3 perfilhos, 4 folhas, 4 a 5 folhas, 4 a 6 folhas, 2 folhas a um perfilho e 4 folhas, respectivamente. No segundo experimento foi avaliado a seletividade dos herbicidas aplicados no híbrido de milho CRS 176082 PW no estágio de V3 até V10 (três a dez folhas totalmente expandidas).

Os experimentos foram instalados em delineamento experimental de blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 2 x 8 (ensaio de eficácia) e 2 x 7 (ensaio de seletividade), com quatro repetições. No fator A foram alocadas a forma de aplicação dos herbicidas (única ou sequencial) e no B os herbicidas (atrazine + mesotrione – 1000 + 100 e 1200 + 120 g ha⁻¹, atrazine + mesotrione + glyphosate – 1000 + 100 + 1335 e 1200 + 120 + 1335 g ha⁻¹ e atrazine + mesotrione + amônio-glufosinate – 1000 + 100 + 400 e 1200 + 120 + 400 g ha⁻¹), mais duas testemunhas uma infestada e outra capinada (Tabela 1). A testemunha

capinada foi utilizada como tratamento nos dois experimentos (eficácia e seletividade) enquanto que a infestada somente para o ensaio em que se determinou a eficácia dos herbicidas.

Cada unidade experimental teve dimensões de 5 x 3 m totalizando uma área de 15 m², contendo seis linhas de semeadura espaçadas a 0,5 m entre si. Foi considerada área útil da parcela somente as 4 linhas centrais, descartando-se as bordaduras laterais e frontais.

O milho foi semeado em 03/10/2019 e 29/10/2020 nos experimentos em que se avaliou o controle de plantas daninhas (eficácia) e a seletividade dos herbicidas sobre a cultura, respectivamente. Nos dois experimentos utilizou-se uma semeadora/adubadora e o híbrido de milho CBS17B082, na densidade média de 4,4 sementes m⁻¹, o que resultou numa densidade de aproximadamente 88.000 plantas ha⁻¹. Como adubação de base foi utilizado 500 kg ha⁻¹ da formulação 10-20-20 de N-P-K, e em cobertura aplicou-se 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia dividido em duas épocas, 100 kg ha⁻¹ no estágio V4 a V5 e mais e 100 kg ha⁻¹ em V6 a V8 do milho.

A aplicação dos herbicidas foi realizada quando o milho estava no estágio de desenvolvimento V4 a V5 (quatro a cinco folhas totalmente expandidas) sendo os tratamentos e épocas de aplicação descritos na Tabela 1. Para aplicação dos tratamentos foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, sob pressão constante de 2,1 bar e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou uma vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida.

As condições ambientais no momento da aplicação dos tratamentos nos dois experimentos estão dispostas na Tabela 2. No experimento em que se avaliou a fitotoxicidade (seletividade) dos herbicidas ao milho essas foram realizadas visualmente aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Já no ensaio em que se testou a eficácia dos herbicidas o controle das plantas daninhas foi efetuado seguindo-se a mesma metodologia de fitotoxicidade e também as mesmas épocas (7, 14, 21, 28 e 35 DAT). Para avaliar a fitotoxicidade e o controle foram atribuídas notas percentuais, sendo zero (0%) aos tratamentos com ausência de injúrias sobre o milho ou de eficácia e cem (100%) para a morte das plantas, tanto da cultura quanto das plantas daninhas (SBCPD, 1995).

Aos 60 dias após a emergência (DAE) do milho foram realizadas as avaliações fisiológicas das plantas da cultura, sendo a concentração interna de CO₂ na câmara subestomática (C_i - μmol mol⁻¹), a condutância estomática de vapores de água (G_S - mol m⁻¹ s⁻¹), a taxa de transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹), a taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹) e o uso eficiente da água (UEA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹). A eficiência do uso da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) foi calculada a partir da razão das variáveis A/E. Para determinar as variáveis

fisiológicas foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco do experimento foi avaliado sob iluminação natural em um dia, entre sete e dez e trinta horas em condições de céu limpo, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

Na pré-colheita dos dois experimentos (seletividade e eficácia) foram colhidas cinco espigas de milho de forma aleatória em cada unidade experimental para se determinar o comprimento de espigas (CE), número de fileiras por espigas (NFE) e o número de grãos por fileira (NGF). O CE foi aferido com auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm). O NFE e NGF foram determinados por contagens. Após a colheita da área útil (6 m²), utilizando-se uma balança analítica, determinou-se o peso de mil grãos, contando oito amostras de 100 grãos em cada tratamento (BRASIL, 2009). Posteriormente estimou-se a produtividade para kg ha⁻¹, sendo a umidade dos grãos ajustada para 13%.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e aditividade e após a comprovação da normalidade dos erros realizou-se a análise de variância pelo teste F. Após atenderem as premissas propostas anteriormente efetuou-se o teste de agrupamento de médias de Scott & Knott para testar os diferentes tratamentos em cada forma de aplicação (única ou sequencial) e o teste T para diferenciar as formas de aplicação para cada tratamento (única ou sequencial). Todos os testes foram efetuados a $p \leq 0,05$. As análises foram efetuadas com o auxílio do *software* estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo dos fatores testados (forma de aplicação x herbicidas) para os dois experimentos e todas as variáveis avaliadas. Para apresentação dos resultados os experimentos foram divididos em I e II para facilitar o entendimento.

Experimento I – Eficácia de herbicidas aplicados em milho para o controle de plantas daninhas.

Os resultados demonstram que o controle de papuã aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAT (dias após a aplicação dos tratamentos) na modalidade de aplicação única que nenhum tratamento herbicida diferiu entre si (T3, T4, T5, T6, T7 e T8) e nem com relação a testemunha capinada. Somente ocorreu diferença estatística ao se comparar com testemunha infestada, sendo essa inferior a todos os herbicidas testados, independentemente da dose usada (Figura 2).

Observou-se em relação a modalidade de aplicação sequencial dos herbicidas que os tratamentos T5 e T6 apresentaram os melhores resultados dos 14 aos 35 DAT ao se comparar com os demais, igualando-se a testemunha capinada a partir dos 21 DAT (Figura 2). Isso está ligado à mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, o que aumenta o espectro de controle das plantas daninhas. Resultados esses que se assemelham aos encontrados por Rezende et al., (2020) ao constatarem que o glyphosate quando aplicado de forma isolada foi menos eficiente no controle das plantas daninhas do que ao se associar esse com outros herbicidas.

Ao se comparar as modalidades de aplicação entre si observou-se que todos os tratamentos herbicidas, independentemente da dose usada, demonstram maior controle do papuã quando aplicados de forma única, ao se comparar com a sequencial aos 7 e 14 DAT (Figura 2). Dos 21 aos 35 DAT os tratamentos que apresentaram os melhores controles de papuã quando aplicados de forma única foram o T3, T4, T7 e T8. Os tratamentos T5 e T6 não demonstraram diferenças estatísticas quando aplicados de forma única ou sequencial aos 21, 28 e 35 DAT.

O baixo controle na aplicação sequencial do papuã pode estar relacionado com a forma da folha da planta ou seja, sendo uma gramínea de folha estreita com pequena área de contato no momento da aplicação do herbicida e ainda recebendo metade da dose na primeira aplicação conseguiu assim metabolizar o produto aplicado não se tendo o controle (KHATOUNIAN et al., 2016).

Destaca-se que para ser considerado eficiente um herbicida precisa apresentar controle de determinada planta daninha, superior a 80% (OLIVEIRA et al., 2009). Sendo assim todos os tratamentos herbicidas aplicados de forma única, independentemente da dose testada no presente estudo apresentaram índice de controle superior aos 80% em todas as épocas de avaliação de controle de papuã. E a partir dos 14 DAT os tratamentos T5 e T6 demonstram controle superior a 86% a partir dos 14 DAT para as aplicações sequenciais.

As aplicações de modo único apresentaram controles acima de 93% dos 7 aos 35 DAT e nas aplicações sequenciais ocorreu controle superior a 86% nos tratamentos T5 e T6 a partir dos 14 DAT (Figura 2). Isso deve ter ocorrido em virtude de que na aplicação sequencial o intervalo entre uma aplicação e outra foi de 14 dias usando-se metade da dose de cada tratamento, podendo assim levar a um incremento da tolerância do papuã ao herbicida ou também a planta pode ter metabolizado parte das moléculas aplicadas dos produtos, conforme já relatado anteriormente.

Em relação ao controle de leiteiro todos os tratamentos herbicidas foram superiores a testemunha infestada e na maioria das situações igualaram-se a testemunha capinada em todas as épocas de avaliação (Figura 3). Os herbicidas proporcionaram níveis de controle de leiteiro superiores a 97% das 7 aos 35 DAT (Figura 3). Em todas as épocas de avaliação não se observou diferença entre aplicação dos herbicidas de forma única ou sequencial, exceto aos 28 e 35 DAT para o tratamento T8 onde a aplicação única foi inferior a sequencial, no entanto com nível de controle superior a 98%, o que está acima do recomendado por Oliveira et al. (2009) que é de 80%.

Esse fato está ligado à misturas de herbicidas com diferentes mecanismos de ação que aumentam o espectro de controle, demonstrando que a utilizações de atrazine + mesotrione, glyphosate e amonio-glufosinate apresentaram excelente controle do leiteiro infestante do milho. Dados esses que corroboram com os encontrados por Brunharo et al. (2014) ao observarem que a mistura de herbicidas é uma importante ferramenta para o controle eficiente de plantas daninhas, especialmente as resistentes e/ou tolerantes ao glyphosate.

Os resultados demonstram que todos os tratamentos apresentaram controle de nabo igual a testemunha capinada, sendo superior a 99%, dos 7 aos 35 DAT (Figura 4). Quando o nabo recebeu aplicação de forma sequencial somente o uso dos tratamentos, T8 (atrazine + mesotrione + amonio-glufosinate – 1200 + 120 + 400 g ha⁻¹) e T5 (atrazine + mesotrione + glyphosate – 1000 + 100 + 1335 g ha⁻¹) ao serem avaliados aos 14 e 21 DAT igualaram-se estatisticamente a testemunha capinada. Todos os demais tratamentos demonstram controles inferiores, sendo somente superiores a testemunha infestada.

Dados estes, que corroboram em partes, com os encontrados por Marchesan et al. (2016) em que quando atrazine foi aplicado de forma única apresentou bons resultados, já quando aplicado sequencial não demonstrou bom índice de controle, pois o *Raphanus* spp. (nabo/nabiça) é uma planta de difícil controle devido sua alta produção de sementes, bem como longo ciclo de sobrevivência e emergência (TAN e MEDD, 2002).

Para este conjunto de informações, pode-se notar que ao se comparar as modalidades de aplicação entre si, observou-se de maneira geral que o uso de forma única de todos os tratamentos envolvendo os herbicidas demonstraram melhores efeito no controle de nabo do que o uso sequencial (Figura 4). Isso deve-se ao fato que as aplicações sequenciais foram efetuadas com metade das doses dos produtos, sendo assim facilmente degradadas ou metabolizadas pelo nabo (*Raphanus raphanistrum*). Estudo semelhante a esse demonstra níveis excelente de controle do nabo com aplicações sequenciais porém, aplicados em doses cheias

como o glyphosate + atrazine + S-metolachlor e glyphosate + imazethapyr (HECK et al., 2020).

Para o controle de corda-de-viola observou-se que todos os tratamentos apresentaram resultados iguais entre si e a testemunha capinada, com controle de 100% da planta daninha em todas as épocas avaliadas, exceto para T4 (atrazine + mesotrione – 1200 + 120 g ha⁻¹) para o uso em sequencial aos 7 DAT, onde esse somente foi superior a testemunha infestada e menor que a aplicação única (Figura 5). Nas demais avaliações (14, 21, 28 e 35 DAT) não ocorreram diferenças entre os tratamentos herbicidas com a testemunha capinada e nem entre as épocas de avaliação.

As espécies de corda-de-viola infestam muitas culturas de interesse agrícola, competem pelos recursos do ambiente (água, luz e nutrientes), interferem negativamente nas colheitas e ainda apresentam tolerância ao herbicida glyphosate (AGOSTINETTO et al., 2016; BARROSO et al., 2019). A *Ipomoea grandifolia*, por exemplo, apresenta baixa absorção e translocação do glyphosate, principalmente quando a planta está em estádios fenológicos avançados, o que reduz a eficiência do herbicida (MONQUERO et al., 2004; CARVALHO et al., 2015). Assim, o presente estudo torna-se importante para o manejo das espécies de corda-de-viola, em especial a *I. Indivisa* ao infestar o milho, pois o produtor tem a possibilidade de usar herbicidas com mecanismo de ação diferente do glyphosate, como a mistura comercial composta de atrazine + mesotrione e/ou o amonio-glufosinate.

Os resultados para o controle da milhã demonstraram eficiência superior á 92% para todos os tratamentos herbicidas e época de avaliação quando foram aplicados de forma única (Figura 6). O uso dos herbicidas de forma sequencial demonstrou menor controle da milhã dos 7 aos 35 DAT. Esse fato ocorreu em virtude de que a milhã é uma planta daninha difícil de ser controlada, por apresentar pilosidade, cerosidade e quando se usa aplicações de forma sequencial de herbicidas, com doses menores do que as aplicações únicas se tem redução da eficácia dos produtos. Dados esses, que se assemelham com os encontrados por Timossi e Freitas (2011) ao estudarem a eficácia de nicosulfuron aplicado em isolado e associado com atrazine para o manejo de *Alternanthera tenella*, *Ipomoea triloba*, *Digitaria horizontalis*, *Senna obtusifolia* e *Richardia brasiliensis* infestantes da cultura do milho.

Os resultados demonstram que todos os tratamentos envolvendo os herbicidas e as épocas de aplicação dos mesmos, resultaram em excelente nível de controle do picão-preto, sendo esse superior á 92% dos 7 DAT aos 35 DAT (Figura 7). Não foi observado diferença expressiva entre as doses das misturas envolvendo o mesotrione + atrazine, nem com relação as demais misturas com glyphosate e/ou amonio-glufosinate. Destaca-se, que somente aos 14

DAT ao se aplicar de forma sequencial o T8 (atrazine + mesotrione + amonio-glyphosate) que ocorreu menor controle do picão-preto, sendo esse inferior aos demais herbicidas e a aplicação única maior que o uso sequencial dos produtos. Estudos semelhantes realizados por Matte et al. (2018) observaram um excelente nível de controle de *Bidens pilosa* ao usarem atrazine + mesotrione associados ao glyphosate para o controle de plantas daninhas na cultura de milho, corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

As menores concentrações internas de CO₂ foram encontrados ao se aplicar os tratamentos T5 e T7 em forma única e sequencial na cultura do milho (Tabela 3). E as maiores concentrações de CO₂ observou-se no T3 e T4 ao se aplicar herbicidas em forma única e sequencial, respectivamente. Em relação as características fisiológicas da cultura do milho para que se tenha boa produção de fotoassimilados pelas folhas há necessidade da presença de CO₂ no interior das mesmas. Em condições de competição ou estresse abiótico, a planta tem uma concentração menor de CO₂ o que resulta em menor produção de fotossíntese, de biomassa e desse modo se tem uma menor produtividade de grãos (WALTER et al., 2015).

A testemunha infestada demonstrou a menor taxa de transpiração (E) do milho ao se comparar com os demais tratamentos, tanto no uso desses de modo único ou sequencial (Tabela 3). Em relação aos herbicidas observou-se que a menor E ocorreu ao se usar de forma única ou sequencial o T3 (atrazine + mesotrione – 1000 + 100 e 50 + 500 g ha⁻¹). Alguns estudos relatam, que quando há competição ou mesmo estresse nas plantas, a taxa de transpiração diminui, pois tem uma relação com a frequência de abertura e fechamento dos estômatos, em que causam alterações no potencial hídrico enquanto atuam no coeficiente de transpiração (SADRAS et al., 2016).

Para a condutância estomática de vapores de água (GS) foram denotados menor e o maior índices para as testemunhas infestada e capinada, respectivamente, independentemente da forma de aplicação dos tratamentos (Tabela 3). Dentre os melhores resultados para a GS em relação ao uso de herbicidas foi observado ao se aplicar de forma única (1000 + 100 + 1335 g ha⁻¹) ou sequencial (500 + 50 + 667,5 g ha⁻¹) a mistura de atrazina + mesotrione + glyphosate. De maneira geral, pode-se dizer que quando as plantas estão estressadas, elas acabam reduzindo a condutância estomática e a transpiração, ao mesmo tempo em que aumentam a eficiência do uso da água. Segundo Wang et al. (2021), a tolerância das plantas aos herbicidas varia, tendo isso uma ligação direta com as estruturas químicas dos próprios produtos, resultando em diferentes respostas fisiológicas.

A planta quando presente em ambiente com baixa incidência luminosa e em meio de competição tende a fechar os estômatos, e assim também se comporta para evitar o estresse

hídrico (MANABE et al., 2014). Nesse sentido, a GS só ocorrerá quando os estômatos estiverem abertos, na folha. Portanto a Gs é proporcional à quantidade e o tamanho dos poros e o diâmetro da abertura dos estômatos, dependentes de outras características, como fatores endógenos e ambientais (SHEZI et al., 2019).

A testemunha capinada e o T5 (atrazine + mesotrione + glyphosate), tanto em aplicações únicas como sequenciais foram os tratamentos que demonstram maior taxa fotossintética (A) e o uso eficiente da água (EUA) ao se comparar com os demais (Tabela 3). A EUA somente foi inferior quando o milho esteve infestado com plantas daninhas (T1) e ao se usar o atrazine + mesotrione (T3) em aplicação única e para o T1 e T6, T7 e T8 ao se aplicar os tratamentos em forma sequencial. Observou-se que, quanto menos a cultura estiver em competição com as plantas daninhas maior será o EUA. A EUA é caracterizada como a quantidade de água transpirada por uma cultura para a produção de certa quantidade de massa seca (SHEZI et al., 2019). Denota-se que, os herbicidas atrazine + mesotrione sem mistura em tanque com outros herbicidas, foram os tratamentos que apresentaram as melhores performances comparados como a testemunha capinada sobre a infestada. Observou-se também, que as aplicações de forma única apresentaram melhor EUA.

A competição entre plantas por água, aumentaria a probabilidade de estresse hídrico, à medida que a densidade de plantas daninhas aumenta ou não são controladas, se não houver chuva suficiente. A taxa de transpiração foi maior para os tratamentos de atrazine + mesotrione, junto com a testemunha capinada, portanto, corroboram com o estudo de Lemos et al., (2012) em que a competição de plantas, causa estresse hídrico e contribuí para a falta de EUA entre populações, afetando eficiência fotossintética.

O comprimento de espiga (CE) na testemunha infestada foi menor que a maioria das situações, ao se comparar com os demais tratamentos (Tabela 4). O uso de herbicidas ocasionou melhor resultado para o CE, sendo que ao se aplicar o tratamento T6 em qualquer forma de aplicação apresentou o melhor desempenho em relação aos demais e T8 na modalidade de aplicação única (Tabela 4). Os demais tratamentos não demonstraram diferenças estatística, independente de serem aplicados de forma única ou sequencial. Resultado semelhante foi relatado por Miola et al. (2020) ao testar fitotoxicidade em diferentes híbridos com a mistura de atrazine + mesotrione + nicossulfuron não observando diferença significativa no comprimento de espiga em comparação com o controle.

O número de grãos por fileiras (NGF) foi maior ao se usar os tratamentos T2, T3, T6 e T7 na forma única, os demais igualaram-se a testemunha infestada (T1) com menores valores (Tabela 4). Já na aplicação sequencial somente a testemunha capinada (T2) apresentou maior

NGF ao se comparar com todos os demais tratamentos. O NGF constitui-se em um dos principais componentes de rendimento de grãos do milho, podendo ser influenciado por inúmeros fatores, como estresse ambiental, efeito e estágio fenológico que os herbicidas são aplicados, dentre outros (MIOLA et al., 2020). Esses mesmos autores relatam ainda que se o momento de aplicação do herbicida em milho for inadequado, a produção da cultura pode ser reduzida devido as injúrias que esses produtos ocasionam diminuindo conseqüentemente o NGF.

Todos os tratamentos usados demonstraram igualdade estatística ao serem aplicados na modalidade única ou sequencial, exceto para o T3, em que o NGF foi maior na forma única (Tabela 4). Dados estes que corroboram com os encontrados por Rodrigues et al. (2019), onde não observaram diferença para a variável NGF, fato esse em que a produtividade final se expressaram mais em outras avaliações dos componentes de rendimento.

O número de fileiras por espigas (NFE) demonstrou melhores resultados para o tratamento T2 e T3 tanto na modalidade de aplicação única quanto sequencial (Tabela 4). Todos os demais tratamentos ou igualaram-se a testemunha infestada ou foram inferiores estatisticamente a essa. Ao se aplicar os T4, T7 e T8 em sequencial no milho observou-se o menor NFE do que esses mesmos tratamentos usados na aplicação única. Este resultado se justifica pelo fato dos produtos, terem um maior tempo de exposição à cultura, quando aplicados de forma sequencial.

As testemunhas infestada (T1) e capinada (T2) e o tratamento T3 foram os que apresentaram o menor peso de mil grãos (PMG) ao se comparar com os demais na aplicação única (Tabela 4). Na modalidade sequencial somente o T6 demonstrou melhor desempenho em relação a todos os demais, inclusive superior a testemunha capinada. Quando ocorre diminuição na variável NFE, pela aplicação de herbicidas, pode haver uma maior distribuição de fotoassimilados para os grãos, e, assim, a PMG pode aumentar, fato esse que ocorreu neste estudo. Resultado similar ao da presente pesquisa foi constatado por Basso et al. (2018) ao trabalharem com misturas de herbicidas em tanque aplicados em milho para o controle de plantas daninhas.

Ao se comparar as formas de aplicação observou-se que o T5 para a modalidade única e o T3 e T4 para sequencial foram os tratamentos que apresentaram os menores PGM. Todos os demais tratamentos igualaram-se estatisticamente entre si, independentemente da forma de aplicação (Tabela 4). Esse fato deve-se provavelmente ter ocorrido por alguma fitotoxicidade na cultura, ou alguma interferência de competição, já que os resultados obtidos com menores peso de mil grão ficaram com a testemunha infestada e os tratamentos aplicados de forma sequencial.

Dados similares com esse estudo foram encontrados por Franz et al., (2020) ao observarem diferenças significativas na produtividade, quando à utilização de controle com herbicidas ou roçada, comparado com a testemunha infestada.

Os dois melhores tratamentos para a produtividade de grãos foram o T4 e o T6 para a aplicação única e sequencial, respectivamente, sendo que esses foram superiores inclusive a testemunha capinda (Tabela 4). Os melhores tratamentos herbicidas T4 e T6 representaram acréscimos na produtividade de grãos superiores ao da testemunha infestada em 4,9 e 3,8 t ha⁻¹ (50 e 44%) e 2,2 e 1,1 t ha⁻¹ (23 e 12%), em relação às testemunhas infestadas e capinadas, respectivamente. Ressalta-se que o controle das plantas daninhas se faz necessário para evitar perdas de rendimento da cultura, usando-se herbicidas ou capinas. Contudo, como as capinas podem danificar as raízes do milho ou ocasionar o rebrote das plantas daninhas, pode haver menor produtividade, como observado neste estudo. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de milho é oneroso, pouco eficiente e demanda muita mão de obra, o que gera elevados custos, se comparado ao método químico de controle. Esse fato também foi relatado por Basso et al. (2018), ao trabalharem com o manejo de plantas daninhas infestantes da cultura do milho com tratamentos envolvendo herbicidas e capinas.

Ao se comparar as modalidades de aplicação, a forma única demonstrou maior produtividade de grãos ao se aplicar os tratamentos T4, T7 e T8, e a o uso em sequencial dos herbicidas foi melhor em T3, T5 e T6 (Tabela 4). Observou-se que quando ocorre um bom controle de plantas daninhas, evita-se a competição por água, luz e nutrientes, mantendo o milho livre da interferência de plantas daninhas, o que expressa maior produtividade de grãos. Outros estudos também relatam que o controle inadequado de plantas daninhas infestantes do milho reduz a produtividade de grãos (BASSO et al., 2018; GALON et al., 2018; LOU et al., 2022).

Para se alcançar elevadas produtividades ou mesmo se ter adequado controle de plantas daninhas infestantes do milho alguns fatores podem contribuir de forma positiva ou negativa, como condição de solo, de clima, os manejos e tratos culturais adotados, o híbrido utilizado, formulação, dose e época de aplicação do herbicida, dentre outros (BERUSKI et al., 2020).

O uso de herbicidas na cultura do milho pode influenciar no aumento na produtividade de grãos de 1,5 a 8,5 vezes ao se comparar com áreas onde não foi efetuado o controle de plantas daninhas (OPEÑA et al., 2014). O mesotrione quando usado em mistura com nicosulfuron ou atrazina não demonstrou diferenças significativas dos demais herbicidas como nicosulfuron + glyphosate, quanto à produtividade de grãos de milho (CARVALHO et al., 2010). É importante ressaltar que os melhores tratamentos são aqueles que incorporam a rotação dos mecanismos de ação, controlando com eficiência, evitando a reposição dos bancos de sementes de plantas

daninhas do solo e não reduzindo a produtividade da cultura do milho (GALON et al., 2018). Misturas contendo herbicidas inibidores do fotossistema II (atrazine) e inibidores de carotenóides (mesotrione) podem apresentar efeitos sinérgicos no controle de plantas daninhas (MAIA et al., 2019). Em trabalho mais recente Galon et al. (2021) observaram que o uso de 2,4-D em mistura com nicosulfuron, tembotrione, mesotrione e glyphosate e de nicosulfuron + tembotrione + glyphosate demonstraram efeito sinergismo ao serem aplicados para o controle de plantas daninhas no híbrido de milho Agroeste AS155.

Assim sendo, torna-se evidente que dependendo da mistura de herbicidas que se efetue na cultura do milho tem-se efeitos positivos, ou seja, pode ocorrer um melhor controle de plantas daninhas, aliando a rotação de mecanismos de ação para evitar o surgimento da resistência ou mesmo controlar plantas daninhas tolerantes aos produtos.

Experimento II - Seletividade de herbicidas ao milho híbrido CBS17B082 PW

Para a variável fitotoxicidade foram observadas respostas distintas conforme o herbicida utilizado e a modalidade de aplicação (Tabela 5). Observou-se que as maiores fitotoxicidades ocorreram para o tratamento T8 aplicado de forma única e sequencial dos 7 aos 28 DAT, chegando aos 15% aos 21 DAT. Os demais tratamentos demonstraram fitotoxicidade menores, com sintomas maiores que a testemunha capinada ou iguais a essa. Aos 35 DAT as plantas de milho recuperam-se de todos os sintomas proporcionados pelos herbicidas, onde não se observou mais efeitos fitotóxicos para as duas modalidades de aplicação. Esse fato ocorre devido ao híbrido de milho CBS17B082 ser resistente ao amonio-glyphosate apresentando fitotoxicidade a ele mas com potencial de recuperação. Resultados similares também foram encontrados por Armel et al. (2008) onde observaram sintomas de fitotoxicidade de 6 e a 23% ao aplicarem amonio-glyphosate + mesotrione ($300 + 70 \text{ g ha}^{-1}$) na pós-emergência inicial e tardia (aproximadamente 20 e 40 dias após a semeadura), respectivamente. Porém ocorreu recuperação do milho a aplicação desses tratamentos ao não ver verificadas reduções na produtividade de grãos (Armel et al., 2008).

Ao se comparar as modalidades de aplicação observou-se em geral que até os 21 DAT a forma de uso única ocasionou predominância de apresentar maior fitotoxicidade ao se comparar com a forma sequencial (Tabela 5). Este fato está diretamente ligado a distribuição de doses, onde na aplicação única é mais concentração, causando assim injúria mais severa nos primeiros dias avaliados. Quando ocorre a distribuição de doses na aplicação de forma sequencial a fitotoxicidade não é tão severa inicialmente, mas conseqüentemente é prolongada.

Ressultados esses que corroboram com os encontrados por Francischini et al. (2020) onde as aplicações sequencial apresentam período residual maior causando fitotoxicidade por mais tempo, comparado com a aplicação única.

Aos 28 DAT os tratamentos T7 e T8 apresentaram maior fitotoxicidade quando aplicados na forma única e sequencial e o T4, T5 apenas na modalidade sequencial (Tabela 5). Nessa mesma época de avaliação o T2, T3 e o T6 não demonstraram diferença estatística independentemente da forma de aplicação. Aos 35 DAT não ocorreu mais efeitos fitotóxicos ao milho e as formas de aplicação se equivaleram. Isso se deve pelo fato que a planta conseguiu metabolizar os herbicidas e conseqüentemente se recuperar dos sintomas. De acordo com Robinson et al. (2015), as injúrias causadas por herbicidas em plantas são transitórias e como consequência, podem não afetar o produto final da cultura ou permite que ela possa se recuperar dos sintomas de fitotoxicidade.

Após a introdução de culturas tolerantes ao amonio-glufosinate sua utilização se tornou maior ampliando o leque de possibilidades ao produtor. Mesmo que o híbrido de milho CBS17B082 utilizado no presente estudo seja resistente ao herbicida que contem a presença da enzima PAT que degrada o amonio-glufosinate. As enzimas acetiltransferases são comuns na natureza sendo encontradas em microorganismos, plantas e animais, com a propriedade de se degradar rapidamente em temperaturas elevadas (TAO, 2012). O gene PAT tem sido usado com frequência em trabalhos de biotecnologia vegetal como inibidor da glutamina sintetase conferindo às plantas tolerância ao amonio-glufosinate (ALBRECHT et al., 2021).

Observou-se, que os tratamentos que contem amonio-glufosinate, apresentaram alguns sintomas de injúrias nos primeiros dias após a aplicação, porém com o passar do tempo a cultura conseguiu metabolizar o herbicida, reduzindo ou mesmos livrando-se dos sintomas de fitotoxicidade. Em trabalho efetuado por Galon et al. (2020) os autores observaram que muitos herbicidas (atrazine, atrazine + simazine, atrazine + óleo, S-metolachlor, atrazine + S-metolachlor e nicosulfuron + mesotrione) ao serem misturados em tanque ou associados ao amonio-glufosinate demonstraram seletividade ao híbrido de milho Forseed 2A521 PW, com fitotoxicidade máxima de 5%. Os mesmos autores relatam ainda que aos 21 DAT as plantas de milho recuperam-se dos sintomas não apresentando qualquer efeito fitotóxico (0%), o que corrobora em partes aos resultados encontrados no presente estudo.

Mu et al. (2007), demonstraram que os herbicidas aplicados em pós-emergência apresentam maior eficiência no controle de plantas daninhas, desde que, sejam usados em estádios precoces. Porém essa é uma fase sensível para as culturas, o que faz com que ela

apresente elevados sintomas de fitotoxicidade, dados esses que corroboram em partes com os resultados encontrados nesse estudo.

O uso de herbicidas muitas vezes, ocasiona problemas nos processos fisiológicos das plantas, que além de causar estresses bióticos, os mesmos podem afetar o metabolismo primário e secundário, ciclo celular, formação da parede celular, enzimas, fotossíntese, clorofila e sistema hormonal (EL-SOBKI et al., 2021). Desta forma, observou-se que o tratamento T3 (atrazina + mesotrione – 1000 + 100 g ha⁻¹) foi o único que demonstrou os melhores parâmetros fisiológicos (concentração interna de CO₂ – Ci, taxa de transpiração – E, condutância estomática – GS, taxa fotossintética – A e uso eficiente da água - EUA) quando comparado a todos os demais, tanto ao ser aplicado de forma única quanto sequencial (Tabela 6).

A concentração interna de CO₂ na planta é de suma importância, pois quando há quantidade adequada de luz e ausência de estresse, como déficit hídrico, ou estresse causado por herbicidas, concentrações mais altas de CO₂ asseguram taxas fotossintéticas elevadas, enquanto que em concentrações intercelulares de CO₂ muito baixas a fotossíntese é limitada e conseqüentemente as atividades da planta serão reduzidas (MÜLLER et al., 2017).

De maneira geral ao se comparar as modalidades de aplicação, observou-se que o T3 demonstrou melhor desempenho em relação a fisiologia das plantas de milho, ao ser comparado com os demais (Tabela 6). Manabe et al. (2014), relatam que a ausência de diferenças significativas na taxa de transpiração está interligada à condutância estomática da planta. Sendo que, a transpiração foliar através do calor latente de evaporação, leva para o mesmo resfriamento, para a regulação de sua temperatura, evitando reduzir seus potenciais produtivos.

A EUA apresenta relação direta com a quantidade de água evaporada pelas plantas, para a produção de certa quantidade de massa seca, onde esta, por sua vez, depende da condutância estomática, pois no momento em que os estômatos se abrem para absorver o dióxido de carbono, durante a fotossíntese, a água é perdida pela transpiração foliar, fazendo com que a planta realize mais atividade metabólica mais para tentar superar o efeito do herbicida (MACHADO et al., 2010).

O comprimento de espigas (CE) foi maior ao se aplicar o tratamento T5, nas duas formas de aplicação e ambas não se diferenciaram estatisticamente ao comparar o uso na modalidade única e sequencial (Tabela 7). Ao se comparar as modalidades de aplicação o T3 demonstrou menor CE para o uso de forma única e o T6 e T7 para a sequencial. Cortez et al. (2015) observaram maior comprimento de espiga quando, utilizado a mistura de mesotrione + atrazine, do que quando aplicado isoladamente a atrazina e mesotrione, no momento em que avaliou a interação de herbicidas e adubo foliar sobre híbridos de milho.

Ao se aplicar o T5 o número de grãos por fileiras (NGF) foi menor que o uso dos demais tratamentos na modalidade única (Tabela 7). Porém esse mesmo tratamento (T5) demonstrou maior CE ao ser aplicado de forma sequencial. Ao se comparar as formas de aplicação dos herbicidas entre si, observou-se que o T5 demonstrou menor CE ao ser usado de forma única e maior na sequencial, e para os demais tratamentos a forma única ou foi superior ou igualou-se a sequencial.

Ao se analisar o peso de mil grãos (PMG) observou-se que os tratamentos T2 e T5 apresentaram superioridade em relação aos demais, ao se aplicar eles de forma única ou sequencial (Tabela 7). O T8 e o T7 apresentaram o maior PMG quando se aplicou os mesmos de forma única e isolada, respectivamente. Os demais tratamentos (T3, T4 e T6) demonstraram inferioridade do PMG, independentemente da forma de aplicação. Somente o tratamento T7 demonstrou menor PMG para a aplicação efetuada de forma única, ao se comparar com a sequencial. Na qual ocorreu o efeito negativo da competição de plantas daninhas, sobre os componentes de rendimento, como o peso de mil grãos, no tratamento T7. Silva et al., (2020) encontraram bom nível de controle de plantas daninhas ao estudarem a mistura de glyphosate + atrazine + S-metolachlor e como consequência teve-se aumento do PMG ao compararem com outros tratamentos o que corroborando em partes com o presente estudo.

Para a produtividade de grãos verificou-se valores similares entre a testemunha capinada (T2) e todos os demais, exceto o tratamento T7 e T8 para a aplicação única e sequencial, respectivamente que obtiveram menor desempenho (Tabela 7). Esses mesmos tratamentos T7 e T8 demonstraram maior produtividade de grãos de milho em comparação às modalidades de aplicação, única e sequencial, respectivamente. Dados estes que diferem dos encontrados por Gemelli et al. (2013) onde observaram que quando a atrazina foi combinada com amônio-glufosinate, não houve perda de produtividade. De modo geral, nos tratamentos T7 e T8, por apresentarem instabilidade na produção comparado nas formas de aplicação, estes resultados podem estar relacionados com as injúrias proporcionadas pelos herbicidas, tanto na aplicação única e sequencial, como sintomas de fitotoxicidade, porém os tratamentos demonstraram seletivos para a cultura. No qual dados semelhantes encontrado por Silva et al. (2017) ao avaliarem a seletividade de glyphosate e amônio-glufosinate aplicados isoladamente ou em associação com atrazine em milho RR/LL, observaram que esses herbicidas não ocasionaram efeito negativos nos componentes de rendimento e na produtividade da cultura.

A média geral da produtividade de grãos do experimento foi de $3,6 \text{ t ha}^{-1}$, sendo este valor abaixo da produtividade média nacional que é de $5,3 \text{ t ha}^{-1}$ (CONAB, 2022). Essa baixa produtividade de grãos no presente estudo está relacionada ao período de estiagem que ocorreu

quando o milho estava na fase de enchimento de grãos (Figura 1). De acordo com Fortes et al., (2018) a escassez de chuvas na fase de enchimento de grãos tem como consequência a redução da produtividade da cultura, sendo essa uma das fases mais críticas a falta de água em milho.

Destaca-se neste experimento, que os tratamentos envolvendo o uso do amonio-glufosinate (T7 e T8) aplicados na modalidade única e sequencial respectivamente, apresentaram uma produtividade de grãos de 15 a 20% menor que a testemunha capinada (T2). Esse resultado pode estar associado a alta fitotoxicidade causada ao milho pelo produto nos dois tratamentos (T7 e T8) logo no início do estágio vegetativo, até os 28 DAT, em que a cultura estava expressando seus componentes de rendimento, não conseguindo se recuperar a tempo dos sintomas ocasionados pelo produto. Os resultados do presente estudo diferem dos encontrados por Galon et al., (2020) que não constataram diferenças em aplicar o amonio-glufosinate de forma isolada ou associado a outros herbicidas na produtividade de grãos do milho.

Possivelmente em razão da estiagem que ocorreu na safra agrícola (2020/21) essa tenha ocasionado o crescimento da injúria do amonio-glufosinate ao milho ou mesmo pelas diferenças dos híbridos estudados, no presente trabalho o CRS 176082 PW e no de Galon et al. (2020) o Forseed 2A521 PW. Oliveira Junior e Inoue (2011) descreve que ocorre diferenciação entre diferentes híbridos (cultivares) de milho em relação a seletividade da aplicação de herbicidas ou mesmo em relação a efeitos provocados pelas condições de ambiente e de solo. Na qual as plantas de milho apresentam mecanismos diferenciados de acordo com o híbrido para detoxificação de herbicidas tornando assim alguns híbridos mais tolerantes a este tipo de herbicida quando comparado a outros.

Todos os tratamentos apresentaram alta eficácia no controle de papuã (*Urochloa plantaginea*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), nabo (*Raphanus raphanistrum*), corda-de-viola (*Ipomoea indivisa*), milhã (*Digitaria ciliaris*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), aplicados de forma única, sendo seletivos para a cultura. Entretanto o uso de aplicações associadas ao amonio-glufosinate + atrazine + mesotrione, não apresentaram bons resultados para os componentes de rendimento e aos parâmetros fisiológicos do híbrido de milho CRS 176082 PW. Mas de modo geral todos os tratamentos deste estudo são eficientes e podem ser recomendados preferencialmente com a forma de aplicação única, para o controle das plantas daninhas como: papuã, leiteiro, nabo, corda-de-viola, milhã e picão-preto infestantes do milho.

CONCLUSÃO

Todos os tratamentos envolvendo os herbicidas aplicados de forma única demonstraram melhor controle das plantas daninhas (papuã, leiteiro, nabo, corda-de-viola, milhã e picão-preto).

A aplicação de atrazine + mesotrione + amonio-glufosinate na forma única (1200 + 120 + 400 g ha⁻¹) e sequencial (600 + 60 + 200 g ha⁻¹) demonstraram maior fitotoxicidade ao milho.

O tratamento T3 (atrazine + mesotrione 1000 + 100 g ha⁻¹) foi o único que demonstrou os melhores parâmetros fisiológicos (concentração interna de CO₂ – Ci, taxa de transpiração – E, condutância estomática – GS, taxa fotossintética – A e uso eficiente da água - EUA).

A competição das plantas daninhas afetaram negativamente as variáveis fisiológicas da cultura do milho.

A produtividade de grãos do milho é afetada negativamente quando não se efetua o controle das plantas daninhas infestantes da cultura.

O uso de herbicidas proporciona maior produtividade de grãos, sendo na maioria dos tratamentos seletivos ao milho.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, M.C. et al. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.1, p.8-15, 2016.
- ARMEL, G.R. et. al. Mesotrione and glufosinate in glufosinate-resistant corn. **Weed Technology**, v.22, n.4, p.591-596, 2008.
- ALBRECHT, A. J. P. et. al. O milho RR2 e o glyphosate: Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.58-67, 2014.
- ALBRECHT, L. P. et. al. Manejo de organismos geneticamente modificados tolerantes a herbicidas. In: BARROSO, A.A.; MURATA, A.T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p.506-547.
- BASSO, F. J. M. et. al. Manejo de plantas daninhas em milho RR[®] com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018.
- BARROSO A. A. M. et. al. Crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas do gênero *Ipomoea*. **Planta Daninha**, v. 34, s/n, e019186421, 2019.
- BALBINOT, C. R. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. **Unoesc & Ciência**, v. 7, n. 2, p. 211-218, 2016.
- BERUSKI, G. C. et al. Componentes do rendimento do milho afetados pela população de plantas, data de plantio e coberturas do solo no Brasil. **Agricultura**, v. 10, n. 12, p. 579, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. P. 395.
- BRUNHARO, C. A. C. G. et. al. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- CARVALHO, F. T. et al. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 2, p. 35-41, 2010.
- CARVALHO, F. P. et al. Controle de trapoeraba com diferentes formulações de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 3, p. 194, 2015.
- CHIPOMHO, J. et al. Short-term impacts of soil nutrient management on maize (*Zea mays* L.) productivity and weed dynamics along a toposequence in Eastern Zimbabwe. **Heliyon**, v. 6, n. 10, p. 5223, 2020
- CIRIMINNA, R. et al. Herbicidas à base de ácido pelargônico: Herbicidas da bioeconomia. **Biocombustíveis, Bioprodutos e Biorrefinação**, v. 13, n. 6, p. 1476-1482, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> Acesso em: 12/06/2022.

CORTEZ, M. G. et al. Interaction of herbicides and seasoning leaves on corn hybrids. **Visão Acadêmica**, v. 16, n. 2, p. 1-15, 2015.

DREESEN, R. et al. Caracterização e avaliação de segurança de HPPD W336, uma proteína 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase modificada, e o impacto de sua expressão no metabolismo vegetal em soja MST-FGØ72-2 tolerante a herbicidas. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 97, s/n p. 170-185, 2018.

EL-SOBKI, A. E. et al. Fluctuation in amino acids content in *Triticum aestivum* L. cultivars as an indicator on the impact of post-emergence herbicides in controlling weeds. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 11, p. 6332-6338, 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 12/02/2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FORTES, C. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa nas condições edafoclimáticas do Tocantins. **Energia na Agricultura**, v. 33, n. 1, p. 27-30, 2018.

FRANCISCHINI, A. C. et al. Carryover de herbicidas utilizados no controle de soqueiras do algodoeiro sobre o milho cultivado em sucessão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 3, p. 305-318, 2020.

FRANZ, E. et al., Manejo da cobertura de azevém em plantio direto na cultura do milho e sua fitossociologia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 82574-82585, 2020.

GALON, L. et al. Weed control in “LL” maize tolerant to glufosinate-ammonium. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 19, s/n, e1194, 2020.

GALON, L. et al. Chemical management of s in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018.

GALON, L. et al. Interaction between pesticides applied alone or in mixtures in corn. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.56, n.11, p. 986-993, 2021.

GEMELLI, A. et al. Estratégias para o controle de capimamargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate na cultura milho safrinha. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 2, p. 162-170, 2013.

HEAP, I. Weed Science – **International Survey Of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=5>. Acesso em: 4/04/2022.

HECK, T. et al. A importância dos herbicidas residuais no controle da tiririca. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 65147-65163, 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>
Acesso em: 15/01/2022.

KHATOUNIAN C. A. et al. Seed production of *Urochloa plantaginea* (Link) R. Webster infesting maize and in pure stands. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 11 s/n p. 281-286, 2016.

LEMOS, J. P. et. al. Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. **Planta Daninha**, v. 30, s/n p. 487-496, 2012.

LOU, Z. et al. Hyperspectral remote sensing to assess weed competitiveness in maize farmland ecosystems. **Science of The Total Environment**, v.844, s/n p. 157071, 2022.

MAIA, T. M. et al. Associações herbicidas aplicadas na cultura do milho pipoca em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 350-363, 2019.

MATTE, W. D. et al. Eficácia de [atrazine+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 587-1-15, 2018.

MACHADO, A.F.L. et al. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Plantas Daninha**, v.28, n.2, p.319-327, 2010.

MANABE, P.M.S. et al. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1721-1728, 2014.

MARCHESAN, E.D. et al. Integration mulches with atrazine for weed management in corn. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.1, p. 1-7, 2016.

MELO, T. S.; MAKINO P. A.; CECCON G. Weed diversity in corn with different plant arrangement patterns grown alone an intercropped with palisade grass. **Planta Daninha**, v.37, s/n, e019195957, 2019.

MIOLA, V. et al. Avaliação de fitotoxicidade de herbicidas em diferentes híbridos de milho. **Revista Cultivando o Saber**, v.1, s/n, p. 36-43, 2020.

MONQUERO, P. A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

MU, J.W. et al. Studies on herbicide application by stage to control barnyard grass in paddy field of cold region. **Beifang Shuidao**, v. 6, s/n, p. 40-42, 2007.

MÜLLER, C. et al. Ecophysiological responses to excess iron in lowland and upland rice cultivars. **Chemosphere**, v.189, s/n, p.123-133, 2017.

NICOLETTI, T. R. S. Interferência das plantas daninhas e seus métodos de controle. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311129-e311129, 2022.

- OLIVEIRA, A.R. et al. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.823-830, 2009.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; INOUE, M. H., Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, p. 243, 2011.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. et al. Aplicações sequenciais de flumicloracpenteil para o controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. **Acta Science Agronomic**, v. 28, n. 1, p. 115-122, 2006.
- OPENÑA, J. L. et al. Weed population dynamics, herbicide efficacies, and crop performace in a sprinkler-irrigated maize-rice cropping system. **Field Crops Research**, v. 167, n. 2, p. 119-130, 2014.
- PEEL, M. C. et al. Updated world climate classification. **Hydrology and earth system science**. v.11, n.5, p. 1633-1644, 2007.
- REZENDE, A. L. et al. Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4, p. 742-1-8, 2020.
- ROBINSON, M.A. et al. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) response to herbicides as affected by application timing and temperature. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 95, n.2, p. 325-333, 2015.
- RODRIGUES, L. D. S. et al. Milho tolerante ao glifosato: interação entre herbicidas pós-emergentes e época de controle das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 2, p. 168-177, 2019.
- ROLAS. Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed., Porto Alegre: S.B.C.S., p. 376, 2016.
- SALOMÃO, P. E. A. et. al. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e32921990-e32921990, 2020.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª Edição. Brasília, DF: Embrapa, 356p, 2018.
- SADRAS, V. O. et al. Effects of water stress on crop production. In: **Principles of agronomy for sustainable agriculture**. Springer, Cham, 2016. p. 189-204.
- SBCPD. SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.
- SHEZI, S. et al. Eficiência fotossintética e relação com o teor de matéria seca do mesocarpo do fruto 'Carmen'avocado (*Persea americana* Mill.) em clima subtropical frio. **Scientia Horticulturae**, v. 253, s/n p. 209-216, 2019.

SILVA, A. F. M. et al. Seletividade de herbicidas isolados e em associações para milho RR2/LL[®]. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 60-66, 2017.

SILVA, M. R. et al. Weed management in glyphosate-resistant maize. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, n.1-9, e0862019, 2020.

TAN, M. K.; MEDD, R. W. Characterisation of the acetolactate synthase (ALS) gene of *Raphanus raphanistrum* L. and the molecular assay of mutations associated with herbicide resistance. **Plant Science**, v. 163, n. 2, p. 195-205, 2002.

TAO, S.; ESCALANTE, J. C. Uma abordagem de seleção positiva identifica resíduos importantes para o dobramento de Salmonella enterica Pat, uma Nε-lisina acetiltransferase que regula enzimas do metabolismo central. **Pesquisa em Microbiologia**, v. 163, n. 6/7, p. 427-435, 2012.

--TIMOSSI, P.C.; FREITAS, T.T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.210-218, 2011.

WANG, F. et al. Criando um novo alelo OsALS de tolerância a herbicidas usando edição de genes mediada por CRISPR/Cas9. **The Crop Journal**, v. 9, n. 2, p. 305-312, 2021.

WALTER, L. C. Mecanismos de aclimação das plantas à elevada concentração de CO₂. **Ciência Rural**, v. 45, n. 9, p. 1564-1571, 2015.

ZOHAIB, A.; ABBAS, T.; TABASSUM, T. Weeds cause losses in field crops through allelopathy. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 8, n. 1, p. 47-56, 2016.

ZHOU, C. et al. C–P natural products as next-generation herbicides: chemistry and biology of glufosinate. **Journal of agricultural and Food chemistry**, v. 68, n. 11, p. 3344-3353, 2020.

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos de eficácia e seletividade de herbicidas, respectivas doses de ingrediente ativo (i.a), de produto comercial (L ha⁻¹) e épocas de aplicação (única e sequencial) sobre o híbrido de milho CRS 176082 PW. UFFS/Erechim/RS, 2019/20 e 2020/21.

Tratamentos	Doses de ingrediente ativo (g ha ⁻¹)		Dose produto comercial (L ha ⁻¹)	
	Aplicação única	Aplicação sequencial	Aplicação única	Aplicação sequencial
T1. Testemunha infestada*	---	---	---	---
T2. Testemunha capinada	---	---	---	---
T3. Atrazina+mesotrione	1000+100	500+50	2,0	1,0
T4. Atrazina+mesotrione	1200+120	600+60	2,4	1,2
T5. Atrazina+mesotrione+glyphosate	1000+100+1335	500+50+667,5	2,0+3,0	1,0+1,5
T6. Atrazina+mesotrione+glyphosate	1200+120+1335	600+60+667,5	2,4+3,0	1,2+1,5
T7. Atrazina+mesotrione+AG	1000+100+400	500+50+200	2,0+2,0	1,0+1,0
T8. Atrazina+mesotrione+AG	1200+120+400	600+60+200	2,4+2,0	1,2+1,0

AG: Amonio-glyphosate; * O ensaio de seletividade não apresenta o tratamento com a testemunha infestada.

Tabela 2. Condições ambientais no momento das aplicações dos tratamentos nos experimentos. UFFS/Erechim/RS, 2019/20 e 2020/21.

Condições ambientais	Modalidade de aplicação dos herbicidas			
	Experimento 1 Única	Experimento 1 Sequencial	Experimento 2 Única	Experimento 2 Sequencial
Data da aplicação	06/11/19	19/11/19	25/11/20	07/12/20
Céu	Ensolarado	Ensolarado	Ensolarado	Nublado
Vento (km h ⁻¹)	4,8	5,3	6,0	5,0
Solo	Friável	Friável	Seco	Seco
Estádios fenológico	V3 a V4	V6	V3 a V4	V6
Temperatura do ar (°C)	27,4	26,8	33,0	32,7
Temperatura do solo (°C)	29,9	24,0	28,0	29,9
Umidade relativa do ar (%)	59,0	49,9	35,0	32,0

Experimento 1: Avaliou-se a eficiência de controle dos herbicidas sobre as plantas daninhas aplicados de forma única ou sequencial. Experimento 2: Testou-se a seletividade dos herbicidas ao milho aplicados de forma única ou sequencial.

Figura 1. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período de condução dos experimentos nos anos agrícolas 2019/2020 de 2020 e 2020/2021 (INMET, 2022).



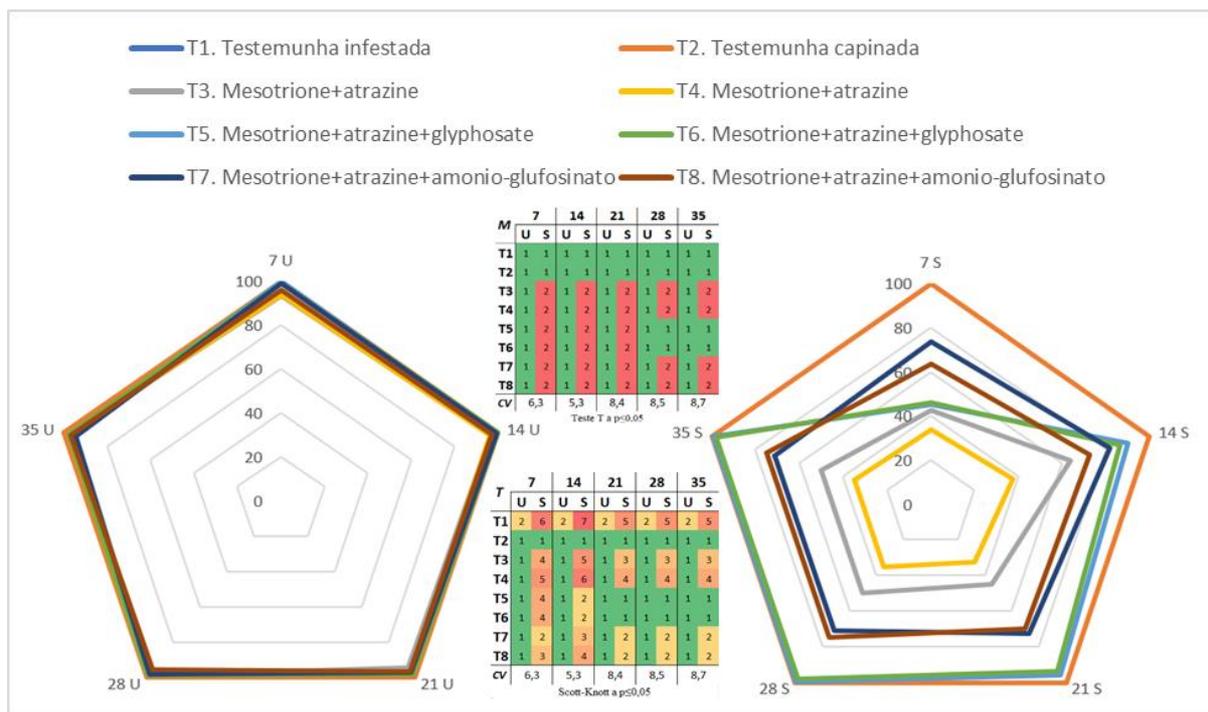


Figura 2. Porcentagem de controle de papua (*Urochloa plantaginea*) em função da aplicação de herbicidas de forma única (U) ou sequencial (S) no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2019/20.

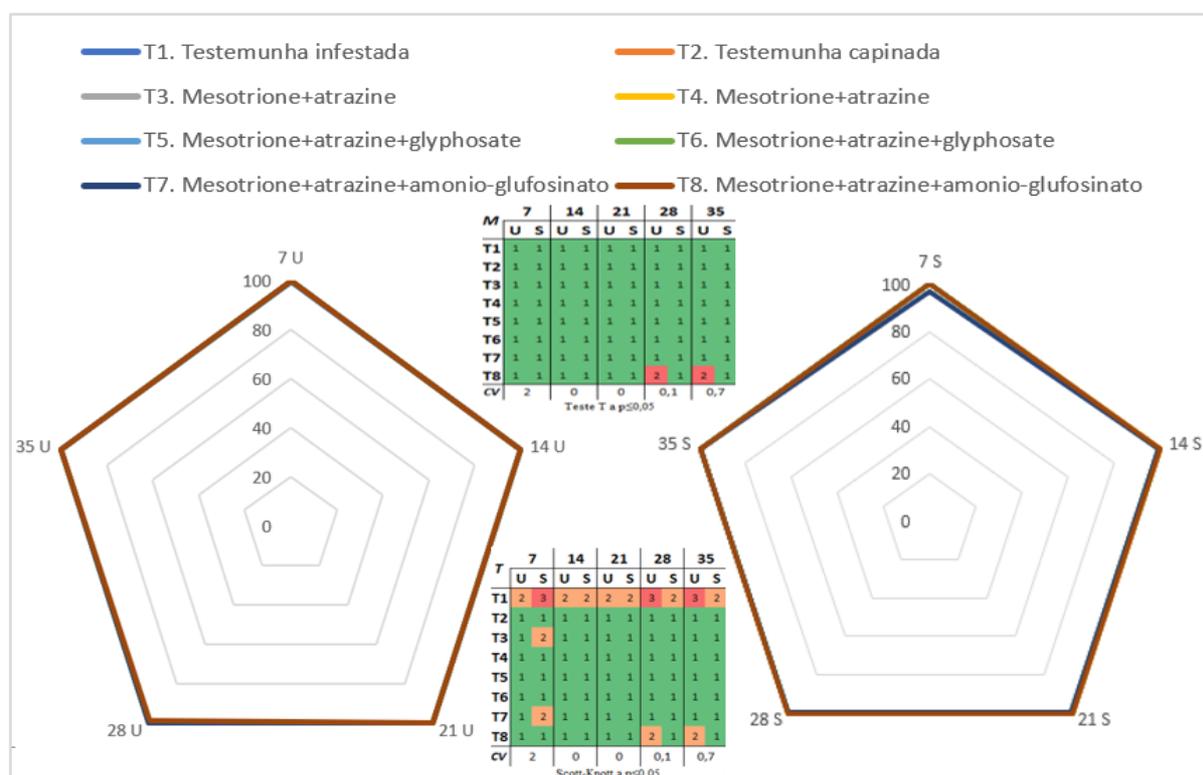


Figura 3. Porcentagem de controle de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) em função da aplicação de herbicidas de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

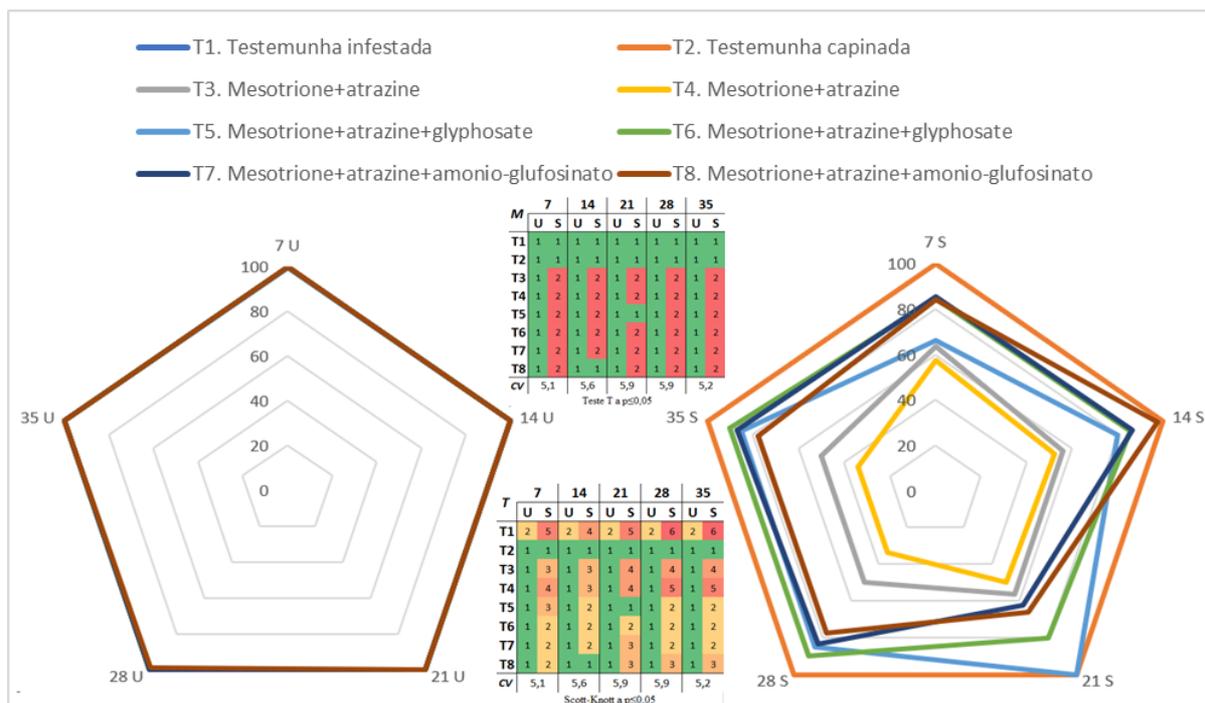


Figura 4. Porcentagem de controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*) em função da aplicação de herbicidas de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

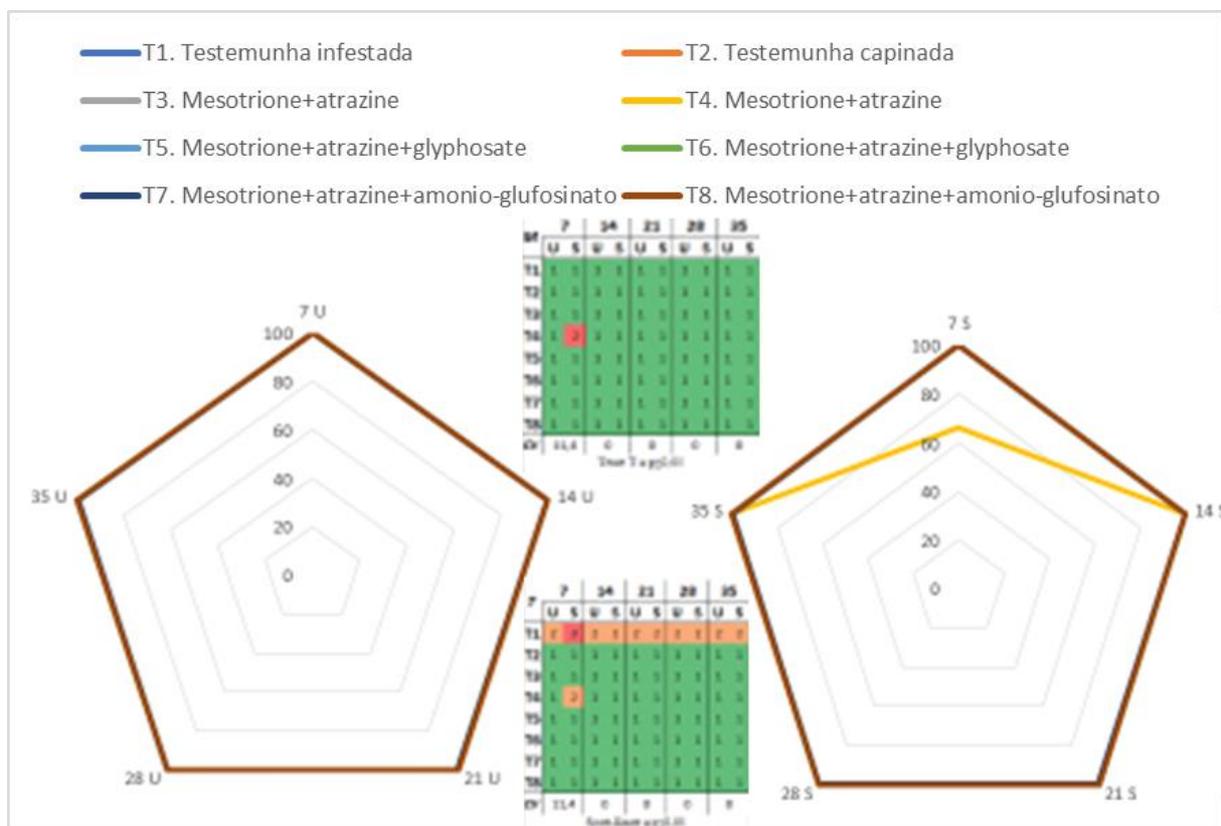


Figura 5. Porcentagem de controle de corda-de-viola (*Ipomoea indivisa*) em função da aplicação de herbicidas de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

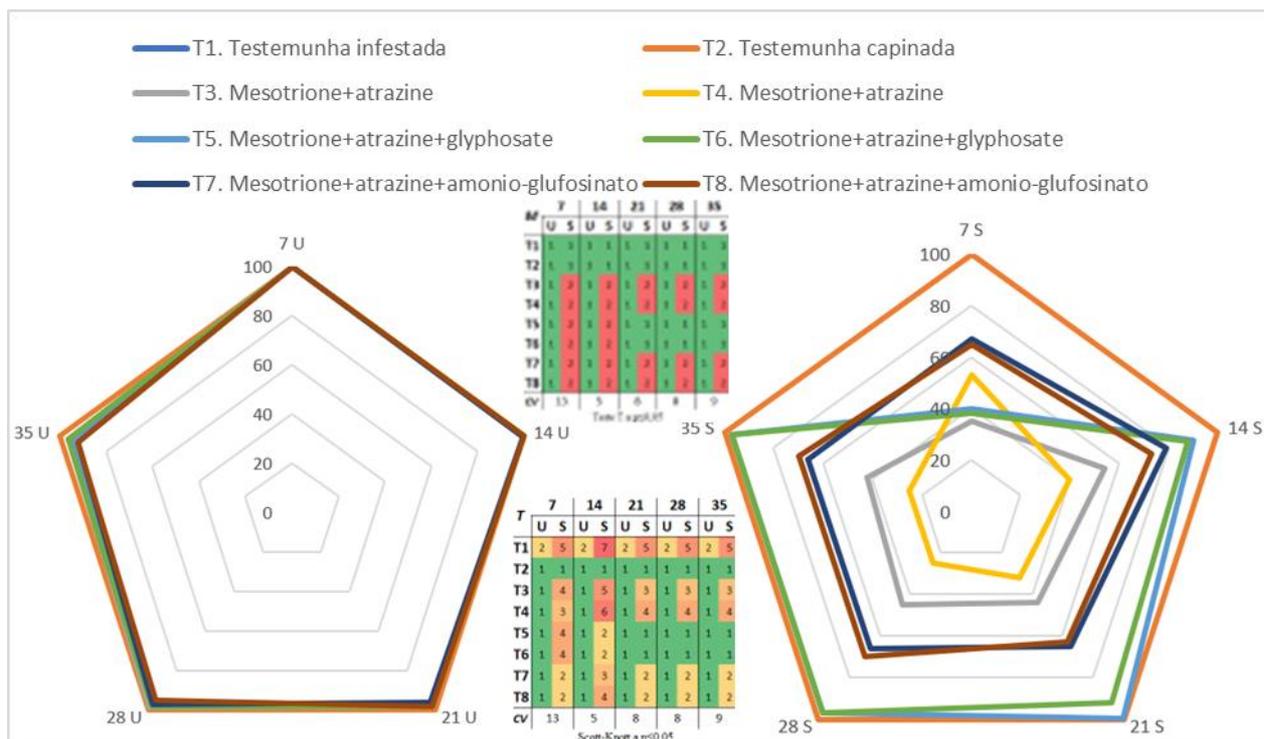


Figura 6. Porcentagem de controle de milhã (*Digitaria ciliaris*) em função da aplicação de herbicidas de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

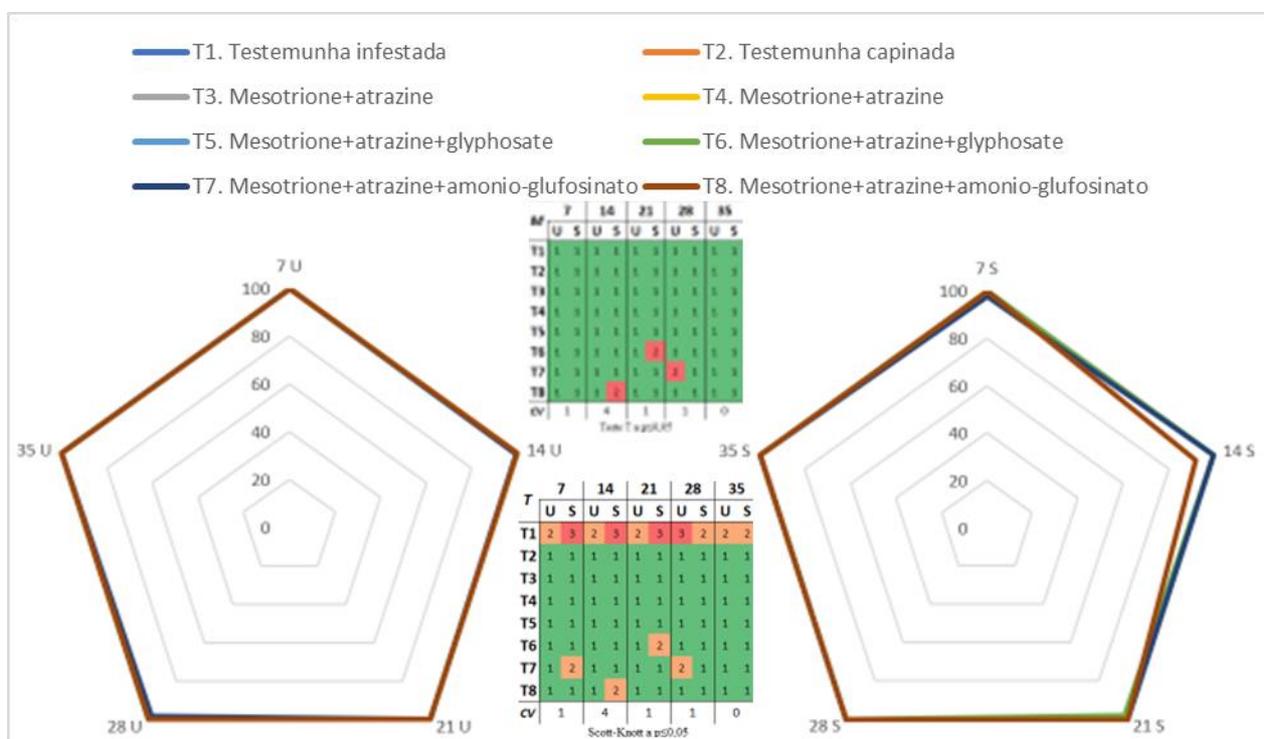


Figura 7. Porcentagem de controle de picão-preto (*Bidens pilosa*) em função da aplicação de herbicidas de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

Tabela 3. Efeito de herbicidas aplicados de forma única ou em sequencial sobre as variáveis fisiológicas, concentração interna de CO₂ (Ci - μmol mol⁻¹), taxa de transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática de vapores de água (GS - mol m⁻¹ s⁻¹), taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹) e o uso eficiente da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) no híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2019/20.

Tratamentos	Ci (μmol mol ⁻¹)		E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)		GS (mol m ⁻¹ s ⁻¹)		A (μmol m ⁻² s ⁻¹)		EUA (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)	
	Modalidade aplicação dos herbicidas									
	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial
T1. Testemunha infestada	187,00 bA	187,00 aA	0,77 eA	0,77 eA	0,02 dA	0,02 dA	2,73 dA	2,73 eA	3,55 bA	3,55 dA
T2. Testemunha capinada	135,44 eA	135,44 bA	1,77 bA	1,77 cA	0,09 aA	0,09 aA	10,88 aA	10,88 bA	6,16 aA	6,16 cA
T3 Atrazine+ mesotrione	206,67 aA	111,33 cB	1,03 dA	1,22 dA	0,04 cB	0,07 bA	3,03 dB	10,73 bA	3,03 bB	9,02 aA
T4. Atrazine+ mesotrione	145,44 dA	133,11 bB	1,32 cA	1,54 cA	0,05 cA	0,06 cA	8,29 bA	8,61 cA	6,36 aA	5,64 cA
T.5 Atrazine+mesotrione+glyphosate	70,67 fB	80,75 dA	1,38 cB	1,97 bA	0,07 bB	0,10 aA	9,13 bB	15,65 aA	6,19 aB	7,97 bA
T6. Atrazine+mesotrione+glyphosate	185,84 bA	109,00 cB	1,32 cB	2,68 aA	0,04 cA	0,04 cA	7,73 bA	6,29 dB	5,86 aA	2,72 dB
T7. Atrazine+mesotrione+amonio-glufosinate	71,00 fB	86,22 dA	2,14 aA	1,41 cB	0,06 bA	0,04 cB	11,24 aA	3,61 eB	5,26 aA	3,19 dB
T8. Atrazine+mesotrione+amonio-glufosinate	165,67 cA	62,11 eB	1,18 cB	1,61 cA	0,05 cB	0,08 bA	4,23 cB	6,52 dA	3,51 bA	4,05 dA
Média Geral	129,54		1,49		0,06		7,64		5,14	
CV (%)	4,72		11,46		23,17		10,88		13,47	

¹Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e T, respectivamente a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeito de herbicidas aplicados de forma única ou em sequencial sobre os componentes de rendimento de grãos do híbrido de milho CBS17B082 (comprimento de espigas, número de grãos por fileiras, número de fileiras por espigas, peso de mil grãos - PMG e produtividade de grãos). UFFS, Campus Erechim, 2019/20.

Tratamentos	Comp. espiga (cm)		N. grãos por fileiras		N. fileiras por espigas		PMG (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Modalidade aplicação dos herbicidas									
	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial
T1. Testemunha infestada	12,07 cA ¹	12,07 cA	27,80 bA	27,80 cA	15,20 bA	15,20 bA	262,74 cA	262,74 eA	4.898,58 eA	4.898,58 eA
T2. Testemunha capinada	14,94 aA	14,94 aA	30,60 aA	30,60 aA	16,00 aA	16,00 aA	292,43 bA	292,43 cA	7.608,80 dA	7.608,80 cA
T3 Atrazine+ mesotrione	13,80 bA	12,60 cB	29,53 aA	26,07 dB	15,87 aA	16,00 aA	289,86 bA	274,38 dB	8.272,33 cB	9.073,44 aA
T4. Atrazine+ mesotrione	13,73 bA	13,85 bA	28,60 bA	29,53 bA	15,60 aA	14,40 cB	301,28 aA	290,39 cB	9.850,59 aA	7.073,89 dB
T.5 Atrazine+mesotrione+glyphosate	14,07 bA	13,70 bA	26,93 bA	27,80 cA	14,13 dA	14,40 cA	283,18 bA	289,09 cA	7.275,93 dB	8.075,59 bA
T6. Atrazine+mesotrione+glyphosate	14,67 aA	14,63 aA	29,87 aA	28,47 bA	14,87 cA	14,53 cA	299,03 aB	317,89 aA	7.796,26 dB	8.672,89 aA
T7. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofinate	15,07 aA	13,57 bB	30,00 aA	28,80 bA	15,33 bA	14,58 cB	296,11 aA	287,43 cA	8.985,12 bA	7.711,22 cB
T8. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofinate	13,90 bB	14,67 aA	28,73 bA	29,00 bA	15,20 bA	14,40 cB	298,61 aB	306,47 bA	8.600,74 bA	6.833,06 dB
Média Geral	13,89		28,76		15,11		290,07		7.702,24	
CV (%)	3,57		3,57		2,5		2,43		4,69	

¹Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e T, respectivamente a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Porcentagem de fitotoxicidade de herbicidas aplicados de forma única ou em sequencial no híbrido de milho CBS17B082 PW. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

Tratamentos	7 DAT ¹		14 DAT		21 DAT		28 DAT		35 DAT	
	Modalidade de aplicação dos herbicidas									
	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial
T2. Testemunha capinada	0,0 cA ²	0,0 cA	0,0 dA	0,0 eA	0,0 eA	0,0 eA	0,0 dA	0,0 eA	0,0 aA	0,0 aA
T3 Atrazine+ mesotrione	9,3 bA	6,0 bB	10,8 aA	5,0 dB	11,3 bA	8,5 dB	7,3 bA	5,0 dB	0,0 aA	0,0 aA
T4. Atrazine+ mesotrione	9,5 bA	6,0 Bb	10,0 aA	5,0 dB	10,0 cA	10,5 cA	5,8 cB	8,0 bA	0,0 aA	0,0 aA
T.5 Atrazine+mesotrione+glyphosate	13,3 aA	5,0 bB	9,3 bA	6,5 cB	8,8 dB	12,0 bA	6,0 cB	8,3 bA	0,0 aA	0,0 aA
T6. Atrazine+mesotrione+glyphosate	10,5 bA	5,0 bB	6,0 cB	8,5 bA	8,0 dB	10,0 cA	5,0 cB	6,0 cA	0,0 aA	0,0 aA
T7. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofósinato	10,0 bA	10,0 aA	8,8 bA	9,3 bA	12,0 bA	12,0 bA	8,0 bA	8,3 bA	0,0 aA	0,0 aA
T8. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofósinato	12,0 aA	10,0 aB	10,5 aA	12,0 aB	15,0 aA	14,0 aB	10,0 aA	10,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
Média Geral	7,61		7,25		9,43		6,25		0	
CV (%)	15,07		11		6,59		10,18		0	

¹DAT: dias após a aplicação dos tratamentos. ²Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e T, respectivamente a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Efeito de herbicidas aplicados de forma única ou em sequencial sobre as variáveis fisiológicas, concentração interna de CO₂ (Ci - μmol mol⁻¹), taxa de transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática de vapores de água (GS - mol m⁻¹ s⁻¹), taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹) e o uso eficiente da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) do híbrido de milho CBS17B082. UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

Tratamentos	Ci (μmol mol ⁻¹)		E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)		GS (mol m ⁻¹ s ⁻¹)		A (μmol m ⁻² s ⁻¹)		EUA (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)	
	Modalidade de aplicação dos herbicidas									
	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial
T2. Testemunha capinada	94,25 aA ¹	94,25 bA	2,88 cA	2,88 Ba	0,17 bA	0,17 bA	24,82 bA	24,82 bA	8,68 aA	8,68 bA
T3 Atrazine+ mesotrione	83,75 aA	88,50 bA	3,93 aA	2,85 bB	0,26 aA	0,24 aA	34,48 aA	31,07 aA	8,83 aB	11,18 aA
T4. Atrazine+ mesotrione	85,00 aB	164,50 aA	2,32 dA	2,51 bA	0,13 cA	0,16 bA	24,25 bA	21,70 bA	10,67 aA	8,81 bA
T.5 Atrazine+mesotrione+glyphosate	94,50 aA	86,75 bA	3,36 bA	3,54 aA	0,25 aA	0,24 aA	33,46 aA	31,28 aA	10,02 aA	8,82 bA
T6. Atrazine+mesotrione+glyphosate	89,50 aA	98,25 bA	2,96 cA	3,06 bA	0,23 aA	0,18 bA	26,98 bA	25,32 bA	9,11 aA	8,25 bA
T7. Atrazine+mesotrione+amonio-glufosinate	54,00 bB	89,75 bA	3,49 bA	3,55 aA	0,23 aB	0,28 aA	33,62 aA	30,96 aA	9,62 aA	8,75 bA
T8. Atrazine+mesotrione+amonio-glufosinate	75,75 aB	116,00 bA	2,11 dB	2,77 bA	0,12 cB	0,25 aA	17,62 cB	30,56 aA	8,35 aB	11,31 aA
Média Geral	93,91		3,01		0,21		27,93		9,36	
CV (%)	16,92		10,86		14,63		12,28		16,32	

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e T, respectivamente a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Efeito de herbicidas aplicados de forma única ou em sequencial sobre os componentes de rendimento de grãos do híbrido de milho CBS17B082 (comprimento de espigas, número de grãos por fileiras, número de fileiras por espigas, peso de mil grãos - PMG e produtividade de grãos). UFFS, Campus Erechim, 2020/21.

Tratamentos	Comp. espiga (cm)		N. grãos por fileiras		N. fileiras por espigas		PMG (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Modalidade aplicação dos herbicidas									
	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial	Única	Sequencial
T2. Testemunha capinada	13,71 bA	13,71 bA	26,20 aA	26,20 bA	15,47 bA	15,47 bA	208,54 aA	208,54 aA	3.964,47 aA	3.964,47 aA
T3 Atrazine+ mesotrione	13,00 bA	13,47 bA	25,86 aA	25,73 bA	15,95 aB	16,26 aA	194,00 bA	199,90 bA	3.378,85 aA	3.473,30 aA
T4. Atrazine+ mesotrione	13,30 bB	14,47 aA	25,40 aA	22,87 cB	15,57 bA	14,42 cB	193,30 bA	190,30 bA	3.613,45 aA	3.694,88 aA
T.5 Atrazine+mesotrione+glyphosate	14,60 aA	14,45 aA	22,94 bB	28,58 aA	13,77 eB	14,40 cA	203,00 aA	207,53 aA	3.551,67 aA	3.573,68 aA
T6. Atrazine+mesotrione+glyphosate	13,50 bA	13,35 bA	26,53 aA	23,13 cB	14,67 dA	14,53 cB	181,63 bA	193,73 bA	3.633,94 aA	3.725,84 aA
T7. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofinate	14,90 aA	13,58 bB	26,33 aA	21,33 cB	15,25 cA	14,37 cB	192,37 bB	214,53 aA	4.016,65 aA	2.797,47 bB
T8. Atrazine+mesotrione+amonio-glufofinate	14,65 aA	13,65 bB	25,06 aA	25,07 bA	15,20 cA	14,47 cB	202,02 aA	198,67 bA	2.796,75 bB	3.582,25 aA
Média Geral	13,88		25,09		15		199,15		3.554,83	
CV (%)	3,25		5,91		1,21		4,67		9,94	

¹Médias seguidas de mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e T, respectivamente a 5% de probabilidade.