

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ LUIS RISSARDI JUNIOR

**FITOTOXICIDADE DOS HERBICIDAS CARFENTRAZONE-ETHYL E
SAFLUFENACIL APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA EM TRÊS CULTIVARES
DE TRIGO**

PATO BRANCO - PR

2022

JOSÉ LUIS RISSARDI JUNIOR

**FITOTOXICIDADE DOS HERBICIDAS CARFENTRAZONE-ETHYL E
SAFLUFENACIL APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA EM TRÊS CULTIVARES
DE TRIGO**

Phytotoxicity of herbicides carfentrazone-ethyl and saflufenacil applied post-
emergence in three wheat cultivars

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo do Curso de Agronomia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Michelangelo Muzell Trezzi, Prof. Dr.

Coorientador: Giovani Benin, Prof. Dr.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JOSÉ LUIS RISSARDI JUNIOR

**FITOTOXICIDADE DOS HERBICIDAS CARFENTRAZONE-ETHYL E
SAFLUFENACIL APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA EM TRÊS CULTIVARES
DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo do Curso de Agronomia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 30/novembro/2022

Michelangelo Muzzel Trezzi
Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Giovani Benin
Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Maiara Cecilia Panho
Mestra em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

PATO BRANCO - PR

2022

Aos meus pais,
que sempre me deram o apoio e suporte necessário para que este
momento chegasse.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Principalmente aos meus pais, que me deram todo suporte necessário para que este momento chegasse, acreditando no meu potencial e investindo nos meus estudos.

À Deus, por ser fonte de inspiração e reflexão quando a incerteza pesa forte na escolha dos caminhos à seguir.

Ao meu orientador e coorientador que desde o primeiro momento se mostraram muito prestativos com o projeto, indicando quais os melhores métodos e melhores caminhos para que nós pudéssemos realizar um trabalho de qualidade.

Aos meus avós (*in memoriam*) que sempre estiveram lado a lado comigo me incentivando nos estudos.

Aos meus amigos e colegas que fizeram parte dessa caminhada universitária.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco e a todos os professores do Curso de Agronomia pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal durante o período universitário.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse alcançar esta conquista.

“Somos o que repetidamente fazemos. Portanto, a
excelência não é um feito, é um hábito”. -
Aristóteles

RESUMO

Atualmente, os desafios para o manejo de plantas daninhas na cultura do trigo são cada vez maiores, principalmente em função da predominância, em muitas áreas, de populações com tolerância ou resistência a herbicidas. Os herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl apresentam potencial para o manejo de espécies dicotiledôneas problemáticas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a possibilidade de uso dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl em três cultivares de trigo. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em um fatorial 3 x 5, em que o primeiro fator foi composto pelas cultivares ORS Senna, Tbio Calibre e UTF25. O segundo fator foi composto por uma testemunha sem aplicação de herbicida e pelos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl, aplicados isoladamente ou em associação com 2,4-D. Foram avaliados: número de filhotes (NAF/metro linear), número de filhotes férteis no estágio de grão de leitoso (AFML)), estatura de planta (EP), índice de acamamento (IA %), número de grãos por espiga (NGE), peso de mil grãos em g (PMS), rendimento de grãos kg ha^{-1} (RG) e peso do hectolitro (PH). A fitotoxicidade mais severa foi vista no tratamento Carfentrazone-ethyl + 2,4-D, seguido de Saflufenacil + 2,4-D, porém após a planta emitir novos filhotes, os sintomas de fitotoxicidade não ficaram mais evidentes. Os tratamentos contendo i.a carfentrazone-ethyl, tanto na forma isolada quanto na mistura com 2,4-D apresentaram as menores médias de rendimento em comparação aos tratamentos contendo i.a saflufenacil, com uma diferença de 290 kg/ha . O tratamento contendo o i.a saflufenacil de forma isolada teve a maior média de produtividade, chegando a 4292 kg/ha .

Palavras-chave: herbicidas-toxicologia; agricultura – estimativa de rendimento; trigo; Saflufenacil; Carfentrazone-ethyl.

ABSTRACT

Currently, the challenges for weed management in wheat are increasing, mainly due to the predominance, in many areas, of populations with tolerance or resistance to herbicides. The herbicides saflufenacil and carfentrazone-ethyl show potential for the management of problematic dicotyledonous species. The objective of this work was to evaluate the possibility of using the herbicides saflufenacil and carfentrazone-ethyl in three wheat cultivars. A randomized block design with 4 replications was used. The treatments consisted of a 3 x 5 factorial, in which the first factor was composed of the cultivars ORS Senna, Tbio Caliber and UTF25. The second factor was composed of a control without herbicide application and the herbicides saflufenacil and carfentrazone-ethyl, applied alone or in association with 2,4-D. The following parameters were evaluated: number of tillers (NAF/linear meter), number of fertile tillers at the milky grain stage (AFML), plant height (EP), lodging index (IA %), number of grains per ear (NGE), thousand grain weight in g (PMS), grain yield kg ha⁻¹ (GR) and hectoliter weight (PH). The most severe phytotoxicity was seen in the treatment Carfentrazone-ethyl + 2,4-D, followed by Saflufenacil + 2,4-D, but after the plant emits new shoots, the symptoms of phytotoxicity were no longer evident. Treatments containing i.a. carfentrazone-ethyl, both in isolated form and in a mixture with 2,4-D, showed the lowest means of yield compared to treatments containing i.a. saflufenacil, with a difference of 290 kg/ha. The treatment containing i.a. saflufenacil alone had the highest average productivity, reaching 4292 kg/ha.

Keywords: herbicides-toxicology; agriculture – yield estimate; wheat; Saflufenacil; Carfentrazone-ethyl.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação dos cultivares, entidade detentora e ano de lançamento	21
Tabela 2 - Dosagem dos herbicidas usados no experimento	22
Tabela 3 - Escala percentual de fitotoxidez para dano foliar, adaptada de Frans e Crowley (1986)	22
Tabela 4- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura de plantas aos 7 dias (AP7), altura de plantas aos 14 dias (AP14), altura de plantas aos 21 dias (AP21), altura de plantas aos 28 dias (AP28), fitotoxicidade aos 7 dias (FIT7), fitotoxicidade aos 14 dias (FIT14), fitotoxicidade aos 21 dias (FIT21) e fitotoxicidade aos 28 dias (FIT28) de cultivares de trigo submetidas a aplicação de herbicidas: Heat (Saflufenacil), Aurora (Carfentrazone-ethyl), Saflufenacil + 2,4-D e Carfentrazone-ethyl + 2,4-D.	24
Tabela 5- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis número de plantas (NP), número de afilhos (NA), número de afilhos férteis (NAF), porcentagem de afilhos férteis (%AF), número de grãos por espiga (NGE) e índice de acamamento (ACAM%), de cultivares de trigo submetidas a aplicação de herbicidas: Heat (saflufenacil), Aurora (Carfentrazone-ethyl), saflufenacil + 2,4-D e Carfentrazone-ethyl + 2,4-D.	29
Tabela 6- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis Peso de Hectolitro (PH), rendimento em quilos por hectare (KG/Ha) e peso de mil sementes (PMS).	33

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de plantas aos 7 dias (cm) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	24
Figura 2 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de Plantas aos 14 e 21 dias para interação cultivares X tratamentos contendo herbicidas	25
Figura 3 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de Plantas aos 28 dias (cm) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	26
Figura 4 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Fitotoxicidade aos 7 e aos 14 dias para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	27
Figura 5- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Fitotoxicidade aos 21 e aos 28 dias para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	28
Figura 6- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Índice de acamamento (%) para cultivares de tratamentos contendo herbicidas	29
Figura 7- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para as variáveis número de plantas m^{-1} (NP) e número de afilhos m^{-1} (NA) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	30
Figura 8 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para as variáveis número de afilhos férteis (NAF) m^{-1} e número de grãos espiga para cultivares e tratamentos contendo herbicidas.....	31
Figura 9 - Barplots com teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para variável porcentagem de afilhos férteis para interação cultivares x tratamentos contendo herbicidas	32
Figura 10 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Peso de Hectolitro (PH) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	33

Figura 11 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Rendimento de Grãos (Kg/ha^{-1}) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas	34
Figura 12 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Peso de mil sementes (PMS) para interação cultivares X tratamentos	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivo específico	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Cultura do trigo.....	16
3.2	Métodos de controle de plantas daninhas	16
3.3	Herbicida Heat (saflufenacil)	17
3.4	Herbicida Aurora (carfentrazone-ethyl)	18
3.5	Capacidade de recuperação do trigo.....	19
3.6	Tbio Calibre.....	19
3.7	ORS Senna.....	19
3.8	UTF25	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Localização do experimento	21
4.2	Condução experimental.....	21
4.3	Caracteres avaliados.....	22
4.4	Análises estatísticas	23
5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	24
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O trigo é um dos cereais mais importantes para a alimentação humana produzidos no mundo, juntamente com arroz e milho.

A colheita para a safra 2022/23 está prevista pela Companhia Nacional do Abastecimento (Conab) em 9,2 milhões de toneladas, um recorde 19% superior à da temporada 2021/22, onde foram semeados 3,1 milhões de hectares. A safra deste ano deve suprir 70% do consumo nacional de trigo, insuficiente para atender toda demanda interna estimada em 12,8 milhões de toneladas. O volume importado deve somar 6,5 milhões de toneladas, e a exportação, apenas um milhão de toneladas. Já a demanda interna é estimada em 12,75 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

A competição imposta pelas plantas daninhas destaca-se como um dos principais limitantes a cultura do trigo, estas proporcionam a redução em fatores como o desenvolvimento e crescimento da espécie em resposta a competição por fatores como CO₂, água, luz e nutrientes (AGOSTINETTO *et al.*, 2008). Um importante fator para o sucesso na produção do trigo é o controle adequado de plantas infestantes, principalmente quanto a espécies de mesma família botânica, que acabam por apresentar exigências semelhantes em relação aos recursos, tornando ainda mais intensa a competição (SILVA; DURIGAN, 2006).

As plantas daninhas possuem elevada capacidade de adaptação a ambientes e situações de estresse devido a diversos fatores, como produção de sementes viáveis e adaptações especiais para disseminá-las, eficiência na dispersão das sementes e principalmente a sua manutenção no banco de sementes. São plantas que possuem alta aptidão de competição e atributos específicos que asseguram a perpetuação, tais como dormência e germinação desuniforme (SILVA *et al.*, 2018).

A agricultura depende fortemente da utilização de agrotóxicos, para o controle de pragas, sendo esse um pré-requisito para manutenção do rendimento das culturas e sustentação do crescimento populacional (STENRØD, 2015; THIOUR-MAUPRIVEZ *et al.*, 2019).

A maior dificuldade no controle de plantas daninhas em trigo é verificada em pós emergência, pois um número limitado de herbicidas possui registro para esta modalidade de aplicação e, além disso, para a maior parte dos herbicidas registrados,

as principais plantas daninhas apresentam resistência (MARIANI *et al.*, 2016; HEAP, 2017; BRASIL, 2017).

No Brasil os herbicidas registrados para aplicação na cultura do trigo são 2,4-D (auxinas Sintéticas), bentazon (Fotossistema II), clethodim (ACCCase), clodinafop (ACCCase), glyphosate (EPSPs), glufosinate (Glutamina sintetase), imazamox (ALS), iodosulfuron (ALS), MCPA (Auxinas Sintéticas), metribuzin (Fotossistema II), metsulfuron (ALS), pyroxsulam (ALS), saflufenacil (PROTOX) (MAIS SOJA, 2020).

A dificuldade no controle em função da resistência e a falta de novos herbicidas com mecanismos de ação diferenciados e com registro para aplicação em pós-emergência, têm obrigado tricultores a buscarem alternativas. Dessa forma, a aplicação de misturas de herbicidas em tanque tem sido a forma encontrada para se obter adequado controle das plantas daninhas. Entretanto, a seletividade dos principais herbicidas na cultura deve ser considerada, uma vez que, a mistura em tanque pode resultar em efeitos sinérgicos ou antagônicos, que podem comprometer o controle e a rendimento de grãos da cultura (SINGH *et al.*, 2011).

O 2,4-D é um mimetizador de auxina, móvel via floema, controlando exclusivamente plantas daninhas de folhas largas, atua no metabolismo de ácidos nucleicos e nos aspectos metabólicos da plasticidade da parede celular (FERREIRA; *et al.*, 2005). As associações de graminicidas com latifolicidas racionalizam o tempo, o uso das máquinas na propriedade e o trabalho do aplicador. No entanto, alguns trabalhos mostram que estas associações trazem prejuízos ao controle quando comparado com a aplicação destes produtos isolados (TREZZI *et al.*, 2007).

Embora saflufenacil cause injúrias ao trigo, muitos agricultores norte americanos preferem aplicá-lo em pós-emergência do trigo de primavera junto a aplicação de nitrogênio (FRIHAUF *et al.*, 2010a). Apesar das injúrias causadas, o saflufenacil pode ser alternativa para o controle de, especialmente para o controle de nabo resistente a ALS (FRIHAUF *et al.*, 2010b).

O presente estudo é importante, pois as plantas daninhas no trigo estão tendo um controle insatisfatório por causa das resistências de anos aplicando produtos com os mesmos mecanismos de ação, causando assim redução no rendimento. Tendo em vista a necessidade da avaliação das injúrias ao trigo com a inserção de novo mecanismo de ação no controle químico, objetivou-se com este trabalho avaliar o nível de fitotoxicidade dos herbicidas saflufenacil e carfenrazone-ethyl aplicados em pós emergência em três cultivares de trigo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Mensurar o nível de fitotoxicidade dos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl, aplicados isoladamente ou associados ao herbicida 2,4-D, às cultivares de trigo ORS Senna, Tbio Clibre e UTF25, por meio de variáveis correlacionadas ao desenvolvimento e à produtividade.

2.2 Objetivo específico

Comparar a fitotoxicidade, desenvolvimento e produtividade das cultivares de trigo ORS Senna, Tbio Calibre e UTF25, submetidas aos herbicidas saflufenacil e carfentrazone-ethyl, isoladamente ou associados ao herbicida 2,4-D,

Determinar a seletividade do herbicida carfentrazone-ethyl à cultura do trigo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do trigo

A cultura do trigo tornou-se base para o desenvolvimento da agricultura contemporânea, de tal forma que impulsiona o avanço científico e tecnológico. Isto contribui para o crescimento da indústria como um todo, com a demanda de produtos agrícolas nas diversas etapas de produção e beneficiamento (BARBIERI; STUMPF, 2008). O cereal é ainda a base alimentar de aproximadamente 35% da população mundial, devido, entre outras características, ao seu elevado valor nutritivo, facilidade no transporte e processamento (BRAMMER *et al.*, 2005).

O trigo é pertencente à família Poaceae, tribo *Triticeae*, sub-tribo *Triticinae* e gênero *Triticum*. Atualmente, o trigo é a espécie de maior importância do gênero *Triticum*, sendo o segundo cereal mais produzido a nível global. A outra espécie de destaque no cenário comercial é o *Triticum turgidum*, nominado de trigo duro, porém, sua produção se dá em menor escala quando comparado com o *Triticum aestivum*, representando 80% da produção mundial. No Brasil não é diferente, cerca de 3.207 milhões de hectares foi semeado com a cultura do trigo, alta em 17,6% em comparação a safra de 2021 (AGEITEC, 2021; FORBES, 2022)

Com metabolismo fotossintético C3, o trigo tem seu ciclo dividido em subperíodos, os quais variam em número de dias segundo variáveis ambientais, tais como precipitação, fotoperíodo, temperatura e fertilidade do solo. Associa-se a isso às características da base genética de cada cultivar, as quais podem se manifestar de diferentes formas quando submetidas a condições ambientais contrastantes (RODRIGUES, 2000).

3.2 Métodos de controle de plantas daninhas

Geralmente, os métodos mais utilizados para o controle de plantas daninhas são o químico, o mecânico e o cultural. Apesar de que o recomendado para o controle seja a associação entre estes métodos, o mais empregado é o controle químico, que consiste na utilização de produtos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Para o controle das espécies daninhas em lavouras tritícolas, dispõe-se de alguns herbicidas até então eficientes e seletivos. Todavia, o uso repetitivo deles tem selecionado espécies daninhas resistentes mundialmente, como é o caso de nabo

resistente a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) e do azevém resistente ao herbicida glyphosate e à ALS (HEAP, 2012). O surgimento de plantas daninhas resistentes nas lavouras dificulta o manejo, onerando muitas vezes os custos de produção, devido à necessidade de uso de herbicidas alternativos com preço superior.

A mistura de herbicidas torna-se promissora no controle de plantas daninhas, uma vez que, pode demonstrar aumento do número de espécies controladas dentro do complexo florístico infestante (VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2015). Ademais, pode ser considerada uma prática benéfica na prevenção de plantas daninhas resistentes (OWEN; ZELAYA, 2005) ou mesmo tolerantes (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2015) a herbicidas, principalmente quando se utilizam misturas de herbicidas com mecanismos de ação diferentes (KRUSE *et al.*, 2000). Todavia, o uso conjunto de princípios ativos em mistura de tanque pode provocar efeitos adversos sobre as plantas daninhas e a cultura e, assim, tornam-se indispensáveis pesquisas sobre as prováveis interações entre herbicidas e sua eficácia, apontando ao uso adequado desses produtos (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2015).

3.3 Herbicida Heat (saflufenacil)

O herbicida comercial HeatTM (Saflufenacil), é um agrotóxico relativamente novo, desenvolvido em 2010 (YANG *et al.*, 2020). HeatTM contém o saflufenacil como molécula ativa, e é utilizado para o controle de plantas daninhas em culturas como a de cana-de-açúcar, milho, trigo, algodão e soja, como alternativa ao glifosato, devido à seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas (MONQUERO *et al.*, 2012; BARCELLOS JÚNIOR *et al.*, 2020). O modo de ação do herbicida se dá por meio da inibição da protoporfirinogênio oxidase (Protox), enzima que participa da síntese da clorofila e dos citocromos. Em resposta à essa inibição, os níveis de protoporfirinogênio aumentam no cloroplasto, que acaba migrando para o citoplasma e é convertido para protoporfirina-IX.

Este composto, em presença de luz e oxigênio, gera espécies reativas de oxigênio (ERO), provocando rompimento das membranas celulares com a peroxidação de lipídeos e proteínas, resultando em morte celular (BASF, 2022; KAUR, 2019; Agência de Defesa Agropecuária do Brasil, 2017). A Protox não é uma enzima exclusiva de plantas daninhas. Isoformas não-homólogas dessa enzima já foram identificadas em outras plantas e em diversos procariontes como bactérias Gram-

positivas aeróbicas ou facultativas, pertencentes ao filo Firmicutes, e em algumas Gram-negativas como *Escherichia coli* e *Salmonella*, além de algumas cianobactérias (THIOUR-MAUPRIVEZ *et al.*, 2019).

A molécula de saflufenacil apresenta os elementos químicos flúor (F) e cloro (Cl), pertencentes ao grupo dos halogênios, que têm como característica a alta eletronegatividade. Assim, F e Cl conferem ao herbicida as características de alta atividade oxidante (ROVIDA *et al.*, 2021).

Atualmente, o saflufenacil tem registro para uso no Canadá e no Estados Unidos, mas não para os países da União Europeia. Para os próximos anos se prevêem grandes aumentos no uso do herbicida, devido a crescentes pressões regulatórias sobre o glifosato (GAUTHIER; MABURY, 2020). No Brasil, esse herbicida é registrado e há poucas informações publicadas sobre os efeitos residuais, como o comportamento em solos (BEATRIZ *et al.*, 2018).

Apesar dos riscos ecológicos ainda não estarem completamente elucidados na literatura, sugere-se que o saflufenacil também promova impactos em espécies não-alvo, como as de microrganismos, devido as características da molécula e do seu modo de ação.

3.4 Herbicida Aurora (carfentrazone-ethyl)

O carfentrazone-ethyl é um herbicida do grupo químico das aril triazolinonas, cujo mecanismo de ação está relacionado com a inibição da enzima Protox, responsável por uma das etapas de síntese da clorofila.

A inibição da Protox resulta na formação de um oxigênio singlet, que promove a peroxidação lipídica e ruptura das membranas celulares, causando a morte da célula. A literatura científica registra muitos trabalhos que descrevem o mecanismo de ação dos herbicidas do grupo do carfentrazone-ethyl (KUNERT; DODGE, 1989; DUKE *et al.*, 1991).

No Brasil, o carfentrazone-ethyl é registrado para as culturas de algodão, arroz irrigado, batata, café, citros, milho e soja, possuindo excelente controle de *C. benghalensis* e de plantas daninhas dicotiledôneas, especialmente de *I. grandifolia* (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005; CÔRREA; BORGES, 2000), que são espécies consideradas de difícil controle pelo herbicida glifosato.

3.5 Capacidade de recuperação do trigo

Em áreas cultivadas, muitas vezes ocorrem tanto falhas no controle de plantas daninhas, quanto sintomas de toxicidade de herbicidas à cultura do trigo. As falhas no controle e os sintomas de toxicidade são atribuídos a diversos fatores, sendo os principais: o uso de dose inadequada para o estágio de plantas e tipo de solo e a aplicação em condições climáticas inadequadas.

As condições ambientais afetam a toxicidade do produto nas plantas daninhas e na cultura, podendo ocorrer desde controle deficiente até toxicidade ao trigo. Os sintomas se tornam mais evidentes quando a aplicação do herbicida é feita em período em que o trigo está com crescimento rápido e após a aplicação segue-se um período de estresse, no qual a cultura desenvolve-se lentamente.

O trigo possui grande capacidade de recuperação. Contudo, para evitar problemas, é necessário que se defina corretamente a dose a ser usada, que deve estar de acordo com o tipo de solo, com as plantas daninhas a serem controladas e as condições ambientais na época da aplicação (VARGAS; ROMAN, 2006).

O estágio mais indicado para se fazer aplicação do herbicida saflufenacil é no início do perfilhamento da cultura do trigo pois a planta está em crescimento, com o desenvolvimento da cultura ela emite novas folhas sem fitotoxicidade, diminuindo assim o efeito visual de fito do herbicida. De acordo com o crescimento e desenvolvimento da cultura os danos foram diminuindo (MALDANER; SCHENEIDER, 2019).

3.6 Tbio Calibre

A cultivar de trigo Tbio Calibre tem ciclo superprecoce, apresenta alto potencial produtivo e ótima reação à escassez hídrica, um rápido desenvolvimento inicial e uma boa arquitetura de planta. O Calibre possui ampla adaptação e é recomendado da Região Sul ao Cerrado (irrigado). A cultivar também apresenta um bom nível de resistência às doenças foliares e um excelente nível de resistência à germinação na espiga, bem como um elevado PH (BIOTRIGO, 2022).

3.7 ORS Senna

Primeira e única cultivar de trigo hiperprecoce com genética europeia do mercado com uma combinação inédita para sanidade com resistência a oídio,

ferrugem da folha e brusone, além de excelente comportamento quanto à seca ou estresse hídrico (OR GENÉTICA, 2022).

3.8 UTF25

O UTF25 está adaptado às regiões de cultivo de trigo 1 e 2 dos estados do Paraná e Santa Catarina. É uma cultivar precoce de trigo para pão de alto rendimento com boa resistência a doenças, farinha e boa qualidade de panificação. O objetivo é suprir as necessidades do agricultor e da indústria. UTF25 é uma excelente opção para trigo destinada principalmente a agricultores da região sudoeste do Paraná e da região oeste de Santa Catarina devido à sua boa adaptação a esses ambientes. Mais avaliações em outras regiões de Valor de Cultivo e Uso (VCU) estão sendo realizadas para determinar a expansão na recomendação (BENIN, *et al.*, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Agronomia, pertencente à UTFPR, Campus Pato Branco, que está situada a 26° de latitude Sul e 52° de longitude Oeste, apresentando a altitude média de 700 metros acima do nível do mar e encontrando-se na zona tritícola F (IAPAR, 2010) e com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa.

4.2 Condução experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial duplo sendo 3 cultivares e 5 tratamentos, com quatro repetições, totalizando um total de 60 parcelas. As parcelas apresentaram área útil de 4,4 m² (1,2 x 3,6) espaçadas 0,5 m entre si, semeadas 370 sementes por m² de trigo. A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 11 de julho de 2022 em parcelas espaçadas 0,5 m entre si em sistema de plantio direto na palha, sobre restos culturais de aveia. A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 12 de agosto de 2022, com pulverizador costal. Após a aplicação dos tratamentos de forma casual entre as parcelas, avaliações semanais foram feitas (7, 14, 21, 28 e 35 dias) para avaliar o nível de fitotoxicidade além da altura de planta (AP). No decorrer do experimento, quando a planta atingiu a fase de início de perfilhamento, as variáveis número de afilhos (NA) e posteriormente número de afilhos férteis (NAF) foram avaliadas em um metro linear. Quando a planta atingiu a fase de espigamento/maturação, foi avaliado o número de grãos por espiga (NGE) e a porcentagem de acamamento (%ACAM). Por fim, as avaliações pós-colheita foram feitas, avaliando o peso de mil sementes (PMS), rendimento de grãos por hectare (RG/kg ha⁻¹) e peso de hectolitro (PH).

Foram utilizados três cultivares de trigo: Tbio Calibre, ORS Senna e UTF25 (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação dos cultivares, entidade detentora e ano de lançamento

Genótipo	Instituição obtentora	Ano de lançamento
Tbio Calibre	Biotrigo	2021
ORS Senna	OR sementes	2021
UTF25	UTFPR	2020

Fonte: Autoria própria (2022).

Foram feitos quatro tratamentos + testemunha, sendo eles: T1: Heat (Saflufenacil); T2: Aurora (Carfentrazone-ethyl); T3: Saflufenacil + 2,4-D; T4: Carfentrazone-ethyl + 2,4-D aplicados no estágio de perfilhamento, aproximadamente 30 dias após a semeadura (Tabela 2).

Tabela 2 - Dosagem dos herbicidas usados no experimento

Produto	Ingrediente ativo (i.a.)	Quant. ia de referência ou recomendada (g ia ha ⁻¹)	Concentração de ia (g litro ⁻¹ de pc)	Dose de pc
Heat	Saflufenacil	35	700 g kg ⁻¹	50 g ha ⁻¹
Aurora	Carfentrazone-ethyl	80	400 g L ⁻¹	200 ml ha ⁻¹
Heat + U46 D	Saflufenacil + 2,4D	35+470	700 g kg ⁻¹ e 670 g L ⁻¹	50 g + 700 ml
Aurora + U46 D	Carfentrazone-ethyl + 2,4D	80+470	400 g L ⁻¹ e 670 g L ⁻¹	200 mL + 700 mL

Adjuvante (0,5%) na dose de 10 mL por 2L.

Fonte: Autoria própria (2022).

4.3 Caracteres avaliados

Tabela 3 - Escala percentual de fitotoxidez para dano foliar, adaptada de Frans e Crowley (1986)

Nota	Descrição das categorias principais	Controle (plantas daninhas)	Injúria (cultura)
0	Ausência de efeitos	Sem danos visíveis	Nenhuma injúria
10	Efeito leve	Controle muito pobre	Leve descoloração ou atrofia
20		Controle pobre	Alguma descoloração e atrofia
30		Controle pobre a deficiente	Injúria mais pronunciada, mas não definitiva
40	Efeito moderado	Controle deficiente	Injúria moderada, geralmente recupera
50		Controle deficiente a moderado	Injúria mais permanente, recuperação duvidosa
60		Controle moderado	Injúria permanente, sem recuperação
70	Efeito severo	Controle pouco satisfatório	Injúria pesada e perda de stand
80		Controle satisfatório a bom	Quase destruídas, poucas plantas sobreviventes
90		Controle bom a excelente	Ocasionalmente algumas poucas sobreviventes
100	Efeito completo (morte)	Controle total	Destruição total da cultura

Fonte: Autoria própria (2022).

De forma visual, a avaliação de fitotoxicidade foi realizada semanalmente percorrendo todo o campo experimental, fazendo as avaliações de forma individual para cada parcela, iniciando 7 dias após a aplicação dos tratamentos e finalizando na

quinta semana, atribuindo nota aos sintomas. Os tratamentos que foram aplicados de forma casualizada tiveram 5 notas no decorrer das 5 semanas (Tabela 3).

4.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de pressupostos (Liliefors e Bartlett) e quando atendidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), em esquema fatorial 3x5 (cultivar x tratamento) para as variáveis NAF, AFML, EP, IA(%), NGE e para as variáveis PMS, PH e rendimento (kg/ha) foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial 2x5 (cultivar x tratamento) devido ao alto índice de acamamento da cultivar UTF25. Quando verificada interação cultivar x tratamento significativa, os dados foram submetidos ao teste de comparação de médias de Duncan a nível de 5% de probabilidade de erro. Para os caracteres que não apresentaram interação significativa, foram avaliados os efeitos isolados de cultivar e tratamento (Duncan, 5% de probabilidade de erro). Os resultados foram apresentados na forma de figuras (Barplots). Toda a análise de dados foi realizada no programa R (Core development team, 2021), versão 4.1.2, com auxílio dos pacotes ExpDes.pt (FERREIRA, 2021) e metan (OLIVOTO; LUCIO, 2020).

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 4), apresentou efeito significativo da interação cultivar X tratamento com herbicidas para as variáveis altura de planta 14 dias (AP 14) e para Altura de planta aos 21 dias (AP21, $p < 0,01$)

Para os efeitos simples de tratamento com herbicidas e cultivar, todas as variáveis apresentaram efeitos significativos ($p < 0,01$).

Tabela 4- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura de plantas aos 7 dias (AP7), altura de plantas aos 14 dias (AP14), altura de plantas aos 21 dias (AP21), altura de plantas aos 28 dias (AP28), fitotoxicidade aos 7 dias (FIT7), fitotoxicidade aos 14 dias (FIT14), fitotoxicidade aos 21 dias (FIT21) e fitotoxicidade aos 28 dias (FIT28) de cultivares de trigo submetidas a aplicação de herbicidas: Heat (Saflufenacil), Aurora (Carfentrazone-ethyl), Saflufenacil + 2,4-D e Carfentrazone-ethyl + 2,4-D

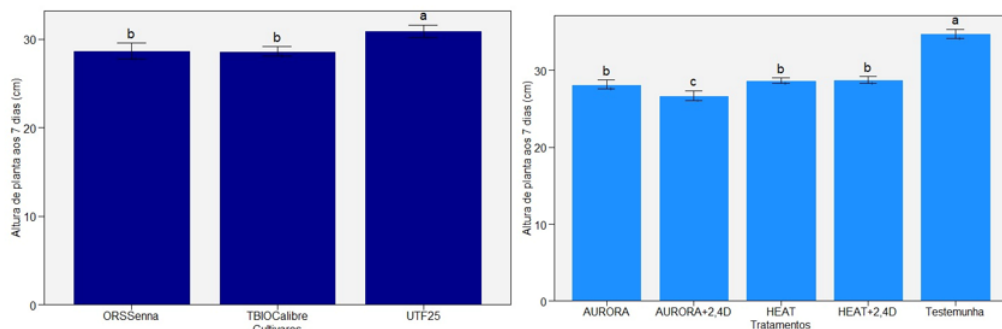
Causa de Variação	GL	Quadrado Médio							
		AP7	AP14	AP21	AP28	FIT7	FIT14	FIT21	FIT28 ¹
Bloco	3	0,93	0,51	0,58	18,26	3,46	55,73	34,52	1,41
Cultivar	2	34,96**	112,98**	37,56**	145,55**	7,77ns	162,9**	107,58**	4,26**
Tratamento	4	116,025**	41,4075**	116,29**	43,38**	722,74**	643,73**	199,91**	4,4**
Cultivar*Produto	8	3,61ns	7,37**	10,2**	7,63ns	10,49ns	29,86ns	12,22ns	0,57ns
Erro	42	1,99	2,21	0,3	4,78	7,46	18,67	7,85	0,65
Média geral	-	29,4	40,77	47,59	56,8	23,4	21,92	12,98	7,18
CV (%)	-	4,81	3,65	1,16	3,85	11,68	19,72	21,59	31,56

Nota: *, Significativo a 5 e 1% de probabilidade de erro pelo teste F. NS: não significativo; GL: graus de liberdade; CV(%): coeficiente de variação. ¹Dados transformados por raiz quadrada.**

Fonte: Autoria própria (2022).

Para variável altura de plantas aos 7 dias (AP7) houve diferença entre as cultivares avaliadas (Figura 1). A cultivar UTF25 (30,93 cm), apresentou a maior altura de plantas em comparação com as cultivares TBIO Calibre (28,62 cm) e ORS Senna (28,65 cm), que não diferiram entre si.

Figura 1- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de plantas aos 7 dias (cm) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas

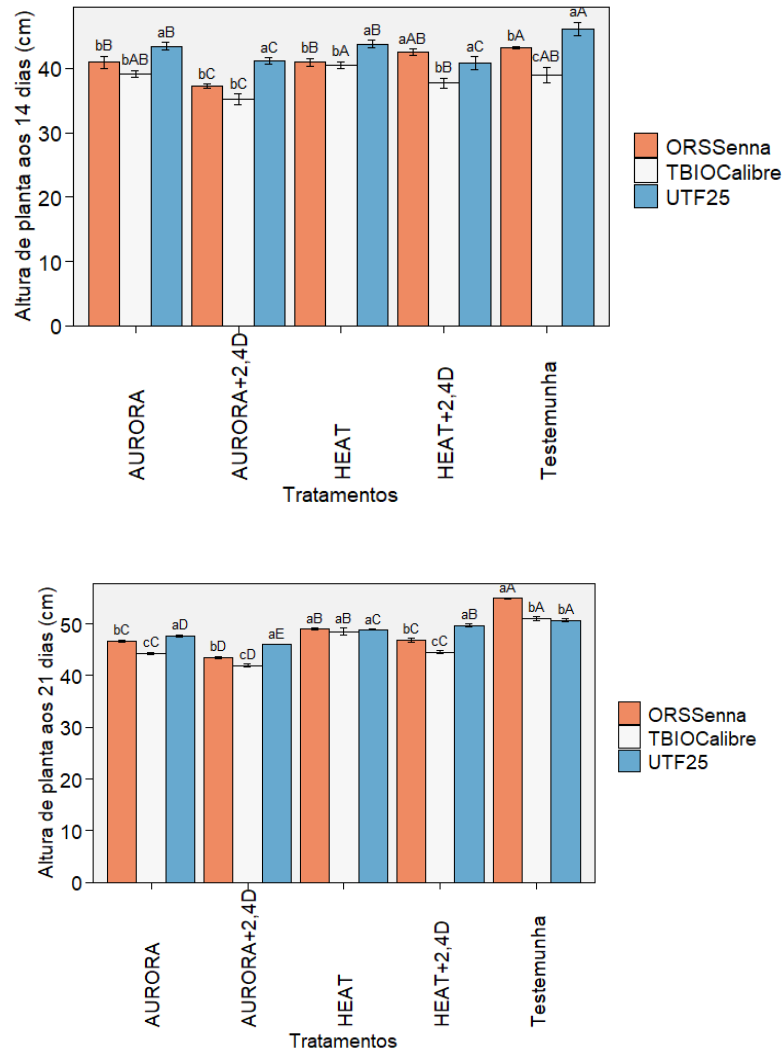


Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

Não houve diferença de altura entre os tratamentos saflufenacil, saflufenacil + 2,4-D e carfentrazone-ethyl (28,63; 28,74 e 28,15 cm, respectivamente) (Figura 1). O tratamento com carfentrazone-ethyl-ethyl + 2,4-D foi apresentou menor tamanho de planta (26,70 cm), comparativamente a todos os demais.

Figura 2 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de Plantas aos 14 e 21 dias para interação cultivares X tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras de mesma cor seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Barras seguidas de mesma letra minúscula dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

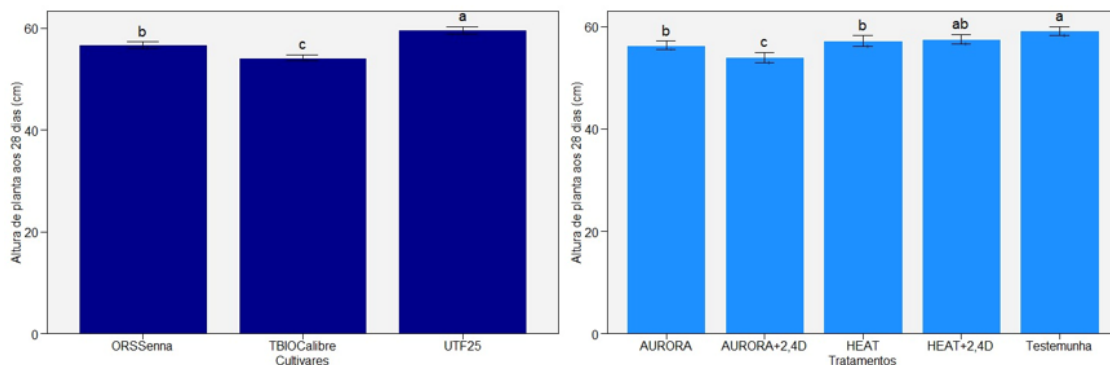
Para todas as cultivares o produto mais prejudicial em relação a altura de plantas aos 14 dias (Figura 2) foi a combinação de Carfentrazone-ethyl + 2,4-D. A cultivar UTF25 foi a menos afetada em relação a AP14 pois é uma planta de maior porte, consequentemente apresentando maior altura em comparação as demais. A

cultivar Tbio Calibre apresentou menor porte dentre todas as cultivares e tratamentos avaliados.

Para todas as cultivares o produto mais prejudicial em relação a altura de plantas aos 21 dias (Figura 2) foi a combinação de Carfentrazone-ethyl + 2,4-D. A cultivar Tbio Calibre foi a que apresentou menor EP21 em decorrência da aplicação dos tratamentos Carfentrazone-ethyl + 2,4-D, Carfentrazone-ethyl e Saflufenacil + 2,4-D. O Tratamento Heat (saflufencil) não interferiu na AP21 das cultivares avaliadas.

Para variável altura de planta aos 28 dias (AP28) houve diferença entre as cultivares avaliadas (Figura 3), tendo a cultivar UTF25 apresentando maior altura (59,56 cm) em comparação com as cultivares TBIO Calibre (54,17 cm) e ORS Senna (56,65 cm), que também diferiram entre si. Já para os tratamentos, a combinação saflufenacil+ 2,4-D (57,46 cm) não diferiu da testemunha. Os tratamentos Aurora (carfentrazone-ethyl) (56,30 cm) e Heat (Saflufenacil) (57,17 cm) não diferiram entre si. O menor valor de AP28 foi obtido pela combinação do tratamento carfentrazone-ethyl + 2,4-D (53,92 cm).

Figura 3 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Altura de Plantas aos 28 dias (cm) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

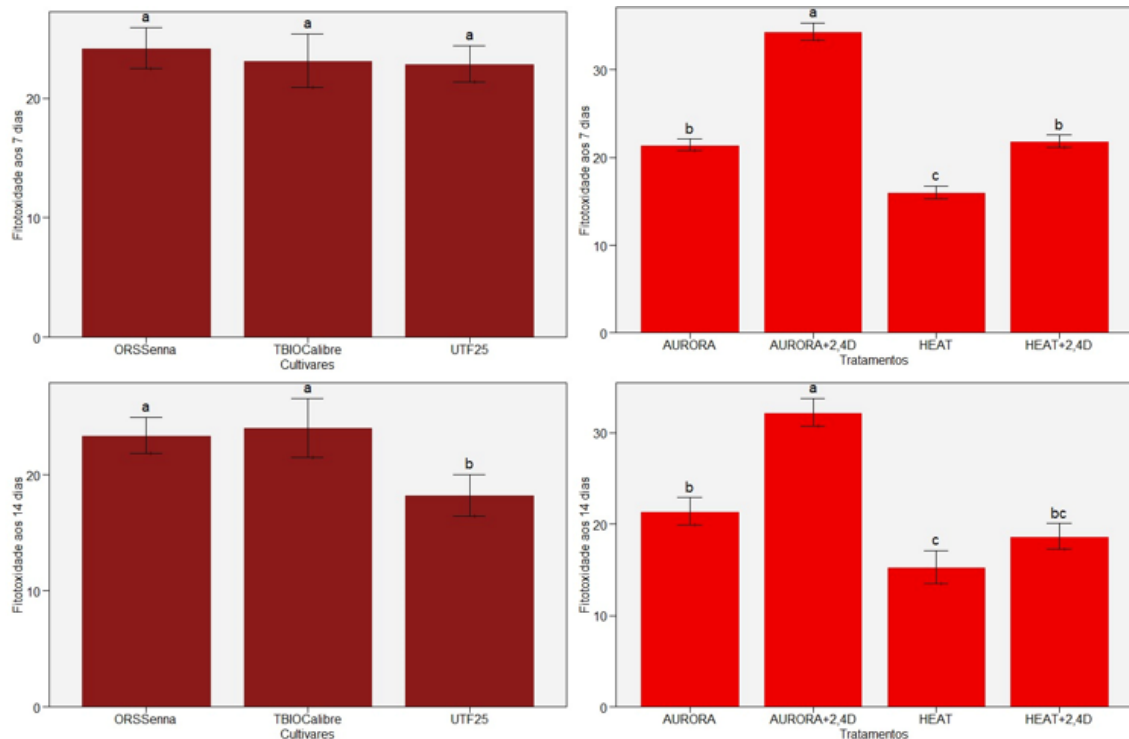
Fonte: Autoria própria (2022).

Para variável Fitotoxicidade aos 7 dias não houve diferença entre as cultivares avaliadas (Figura 4). Já para os tratamentos, a combinação Carfentrazone-ethyl + 2,4-D (34,33%) apresentou um maior índice de fitotoxicidade, seguido das combinação Heat + 2,4-D (21,83%) e Carfentrazone-ethyl (21,41%) que não difeririam entre si. A menor fitotoxicidade foi observada no tratamento Saflufenacil (16,00%). Para a avaliação dos 14 dias (Figura 8) houve diferença entre as cultivares, tendo a cultivar UTF25 apresentando o menor índice de fitotoxicidade de 18,25%. As Cultivares TBIO Calibre

(24,06%) e ORS Senna (23,43%) apresentaram as maiores fitotoxidades e não diferiram entre si.

Para os tratamentos aos 14 dias, a combinação do tratamento Aurora (carfentrazone-ethyl) + 2,4-D apresentou maior fitotoxidade sendo de 32,25%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos avaliados. O tratamento Heat (Saflufenacil) apresentou o menor índice de fitotoxidade de 15,33%, não diferindo dos tratamentos Heat + 2,4-D (18,67%) e Aurora (Carfentrazone-ethyl) (21,41%).

Figura 4 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Fitotoxicidade aos 7 e aos 14 dias para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



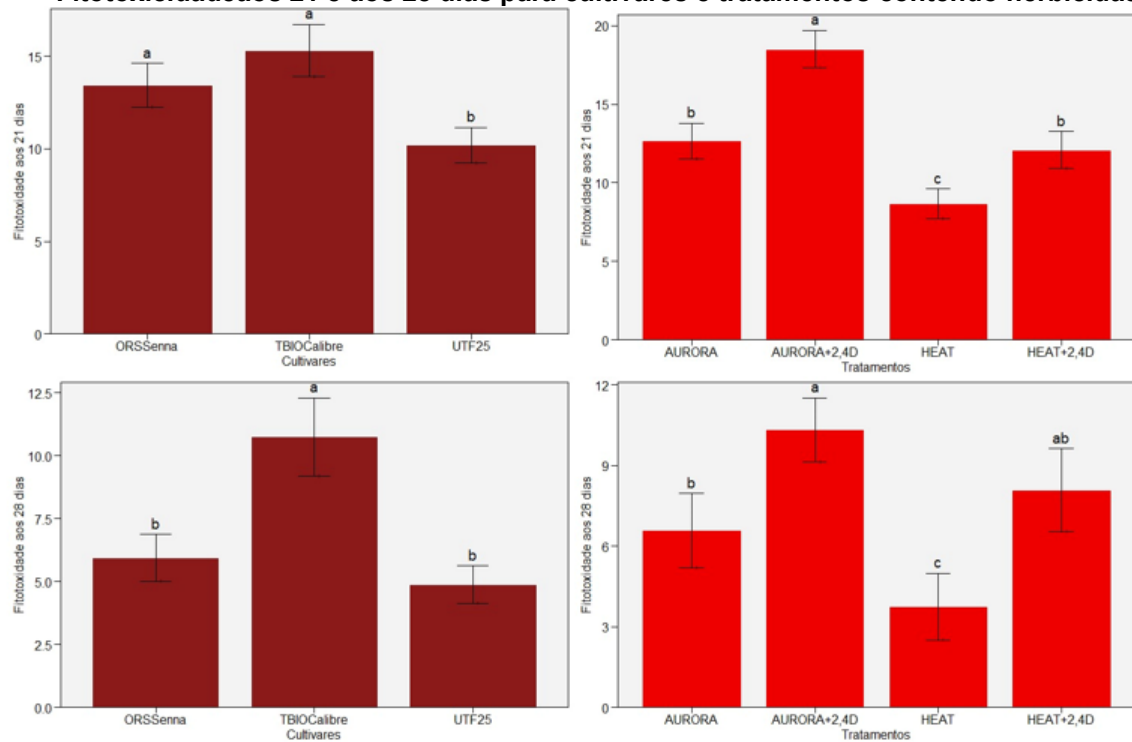
Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

Para variável Fitotoxidade aos 21 dias houve diferença entre as cultivares avaliadas (Figura 5), tendo a variedade UTF25 (10,18%) apresentando a menor fitotoxidade, diferindo estatisticamente das cultivares ORS Senna (13,43%) e TBIO Calibre (15,31%) que não se difeririam entre si. Já para os tratamentos contendo herbicidas, a combinação Carfentrazone-ethyl + 2,4-D (18,50%) apresentou a maior fitotoxidade, seguido das combinação Saflufenacil + 2,4-D (12,08%) e carfentrazone-ethyl (12,67%) que não difeririam entre si. A menor fitotoxidade foi observado no tratamento Heat (Saflufenacil) (8,67%).

Para a avaliação dos 28 dias (Figura 9) houve diferença entre as cultivares, sendo UTF25 (4,87%) e ORS Senna (5,93%) apresentando o menor índice de fitotoxidade. A maior fitotoxidade foi observada em Tbio Calibre (10,75%) que não apresentou recuperação em comparação a avaliação dos 21 dias. Para os tratamentos aos 28 dias, o tratamento carfentrazone-ethyl + 2,4-D (10,33%) apresentou maior fitotoxidade, seguido pelo Heat (saflufenacil) + 2,4-D (8,08%) que não diferiram entre si. O tratamento Heat (Saflufenacil) (3,75%), apresentou o menor índice de fitotoxidade.

Figura 5- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Fitotoxicidade aos 21 e aos 28 dias para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

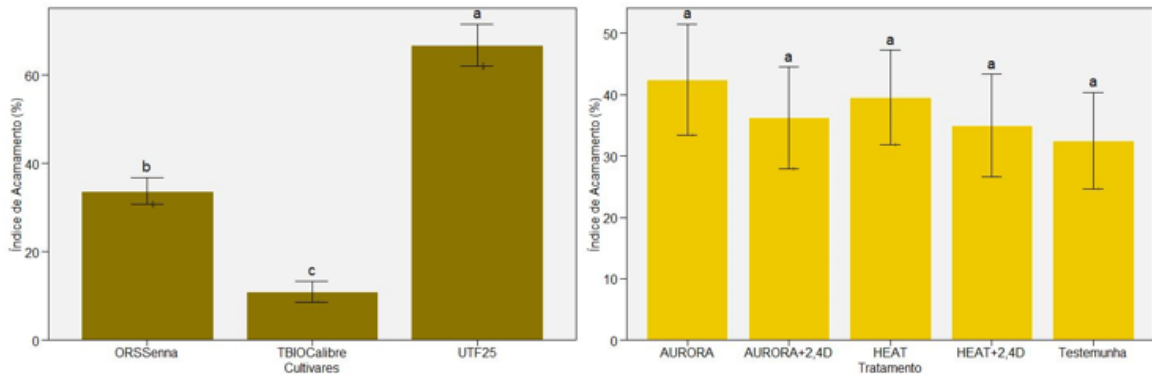
Fonte: Autoria própria (2022).

Mesmo apresentando o menor índice de fitotoxidade, alguns trabalhos reportam que o saflufenacil aplicado sobre o trigo pode apresentar níveis de fitotoxidade variável dependendo da dose utilizada e, com níveis superiores a 20% aos 14 dias após aplicação (DAA) para doses superiores a 25 g i.a. ha⁻¹ (SIKKEMA *et al.*, 2008; FRIHAUF *et al.*, 2010).

A variedade UTF25 apresentou um maior índice de acamamento (IA, Figura 6), de 65%, seguida das variedades ORS Senna (35%) e Tbio Calibre (15%). A cultivar UTF25 apresenta uma planta com altura elevada em comparação com as

outras cultivares, ocasionando em um maior nível de acamamento, sendo um problema recorrente desta cultivar. Já as cultivares TBIO Calibre e ORS Senna são plantas de estatuta mediana e apresentam uma ressitência moderada ao acamamento, o que mostra a análise estatística.

Figura 6- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Índice de acamamento (%) para cultivares de tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.
Fonte: Autoria própria (2022).

Não houve diferença significativa de IA entre os tratamentos contendo herbicidas. Embora alguns herbicidas inibidores da Protox sejam utilizados como redutores de acamamento, como por exemplo na cultura da soja (GALLON *et al.*, 2016), neste estudo os herbicidas carfentrazone-ethyl e saflufenacil não demonstraram potencial para uso como redutores de crescimento de cultivares de trigo.

Tabela 5- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis número de plantas (NP), número de filhinhos (NA), número de filhinhos férteis (NAF), porcentagem de filhinhos férteis (%AF), número de grãos por espiga (NGE) e índice de acamamento (ACAM%), de cultivares de trigo submetidas a aplicação de herbicidas: Heat (saflufenacil), Aurora (Carfentrazone-ethyl), saflufenacil + 2,4-D e Carfentrazone-ethyl + 2,4-D

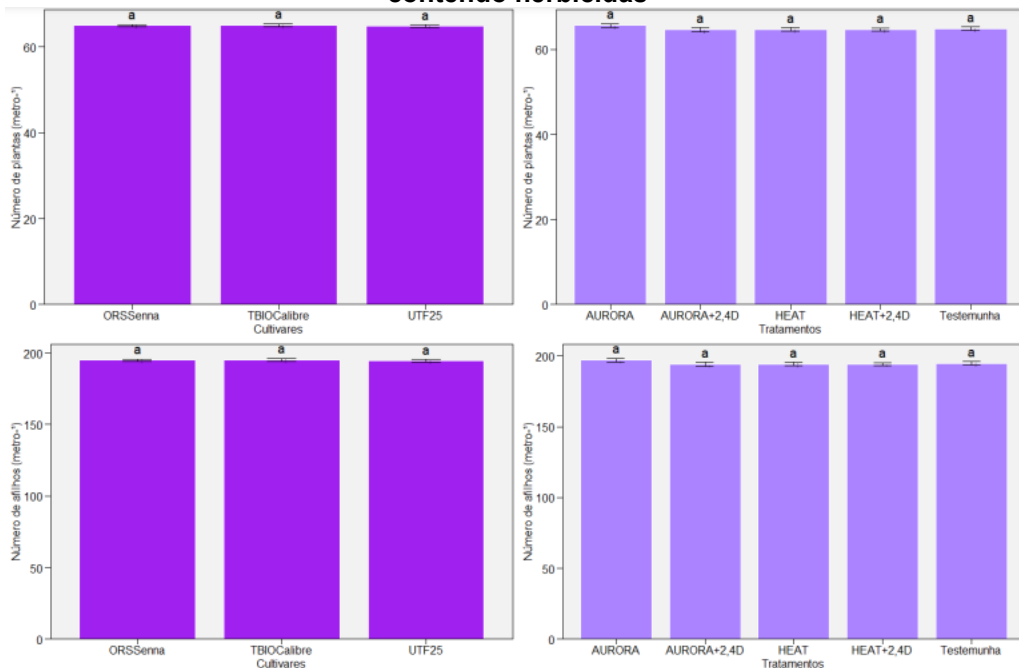
Causa de Variação	GL	Quadrados médios					
		NP	NA	NAF	%AF	NGE	ACAM%
Bloco	3	15,86	142,8	144,6	60,60	62,45	816,00
Cultivar	2	0,63ns	5,70ns	6,40ns	1,30ns	599,23**	15715,5**
Tratamento	4	8,56ns	77,10ns	697,57**	224,43**	17,73ns	184,75ns
Cultivar x Tratamento	8	12,03ns	108,30ns	494,93ns	149,87*	53,27ns	206,00ns
Erro	42	84,63	761,70	1263,90	296,40	296,30	223,86
Média geral	-	64,93	194,80	103,9	53,30	41,48	37,17
CV (%)	-	2,19	2,19	5,28	4,98	6,40	23,64

Nota: *, Significativo a 5 e 1% de probabilidade de erro pelo teste F. NS: não significativo; GL: graus de liberdade; CV(%): coeficiente de variação.**
Fonte: Autoria própria (2022).

A ação de inibidores da Protox como carfentrazone-ethyl e saflufenacil é considerada superior sobre para espécies dicotiledôneas, sendo considerados mais seletivos para espécies gramíneas, o que pode impactar no efeito diferencial de acamamento entre as espécies soja e trigo. A análise de variância (Tabela 5), apresentou efeito significativo para interação cultivar X tratamento apenas para variável porcentagem de afilhos férteis (%AF, $p < 0,05$).

Para os efeitos simples de tratamento, apenas a variável número de afilhos férteis (NAF) e para efeito de cultivar as variáveis número de grãos por espiga (NGE) e índice de acamamento (ACAM%) apresentaram efeitos significativos ($p < 0,01$). Foi observado a ausência de efeitos para variáveis número de plantas (NP, $p > 0,05$) e número de afilhos (NA, $p > 0,05$).

Figura 7- Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para as variáveis número de plantas m^{-2} (NP) e número de afilhos m^{-2} (NA) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

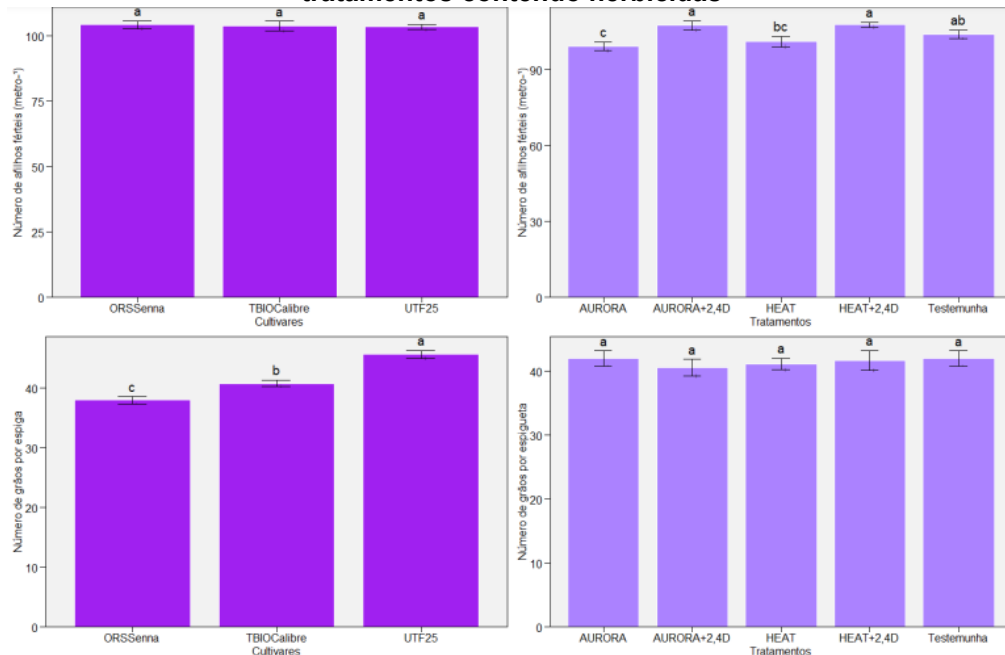
Fonte: Autoria própria (2022).

A ausência de efeitos das variáveis NP e NA (Tabela 5; Figura 7) ocorreram porque o efeito fitotóxico nas cultivares não foi suficiente para erradicar nenhuma planta, possibilitando o lançamento de novas folhas e a sua recuperação. Considerando a recuperação das plantas e ausência de mortalidade e que a

densidade de semeadura foi a mesma para todas as cultivares, o número de plantas e consequentemente o número de afilhos não sofreram alterações.

Para variável número de afilhos férteis m^{-1} (NAF) não houve diferença entre as cultivares avaliadas (Figura 8). Já para os tratamentos contendo herbicidas, as combinações saflufenacil + 2,4-D (107,5 afilhos férteis m^{-1}) e carfentrazone-ethyl + 2,4-D (107,5 afilhos férteis m^{-1}) apresentaram os maiores NAF, porém não diferiram da testemunha (104 afilhos férteis m^{-1}). Os menores valores de NAF foram obtido pelo tratamento carfentrazone-ethyl (99,16 afilhos férteis m^{-1}) que não diferiu do tratamento saflufenacil (101,08 afilhos férteis m^{-1}).

Figura 8 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para as variáveis número de afilhos férteis (NAF) m^{-1} e número de grãos espiga para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

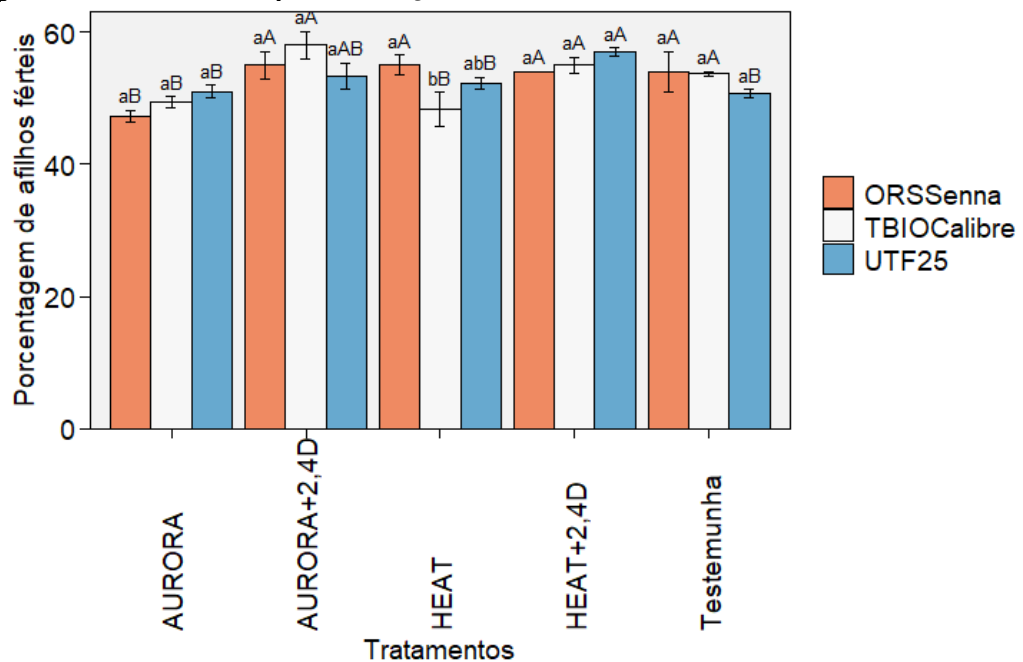
O 2,4-D apresenta capacidade de translocação na planta e tem efeito regulador mais intenso provavelmente por não sofrer catabolismo enzimático pelo metabolismo vegetal.

Substâncias com atividades auxínicas, mesmo em baixas concentrações, podem estimular a produção de etileno e alguns dos efeitos que aparecem nas plantas são devidos a esse hormônio gasoso, o que pode explicar o maior número de NAF onde os tratamentos contaram com o uso do 2,4-D. Por ser um herbicida auxínico,

subdoses de 2,4-D provocam um efeito contrário ao estresse, o crescimento (SAGAN, 1991).

Para a cultivar ORS Senna o tratamento mais prejudicial em relação ao percentual a afilhos férteis foi o Carfentrazone-ethyl (49,25%). Os demais produtos não diferiram da testemunha. Para Tbio Calibre os tratamentos Carfentrazone-ethyl (50,75 %) e Saflufenacil (48,75%) apresentaram uma redução no percentual de afilhos férteis (Figura 8). Os tratamentos que menos prejudicaram o percentual de afilhos férteis foram carfentrazone-ethyl + 2,4-D e saflufenacil + 2,4-D. O tratamento saflufenacil + 2,4-D apresentou o maior percentual de afilhos férteis para cultivar UTF25. Já os tratamentos carfentrazone-ethyl, saflufenacil e Testemunha apresentaram a menor porcentagem de afilhos férteis.

Figura 9 - Barplots com teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para variável percentagem de afilhos férteis para interação cultivares x tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras de mesma cor seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Barras seguidas de mesma letra minúscula dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

Para os tratamentos apenas Heat (saflufenacil) apresentou diferença entre as cultivares (Figura 9), sendo que Tbio Calibre apresentou a menor porcentagem de afilhos férteis (48,75%). O maior percentual foi obtido pela cultivar ORS Senna (55,5%), que não diferiu da cultivar UTF25 (52,25%).

A cultivar UTF25 sofreu uma drástica interferência de acamamento, fazendo com que não fosse possível realizar sua colheita para análise dos dados de rendimento, peso de mil grãos (PMG) e peso do hectolitro (PH).

Tabela 6- Análise de variância (ANOVA) para as variáveis Peso de Hectolitro (PH), rendimento em quilos por hectare (KG/Ha) e peso de mil sementes (PMS)

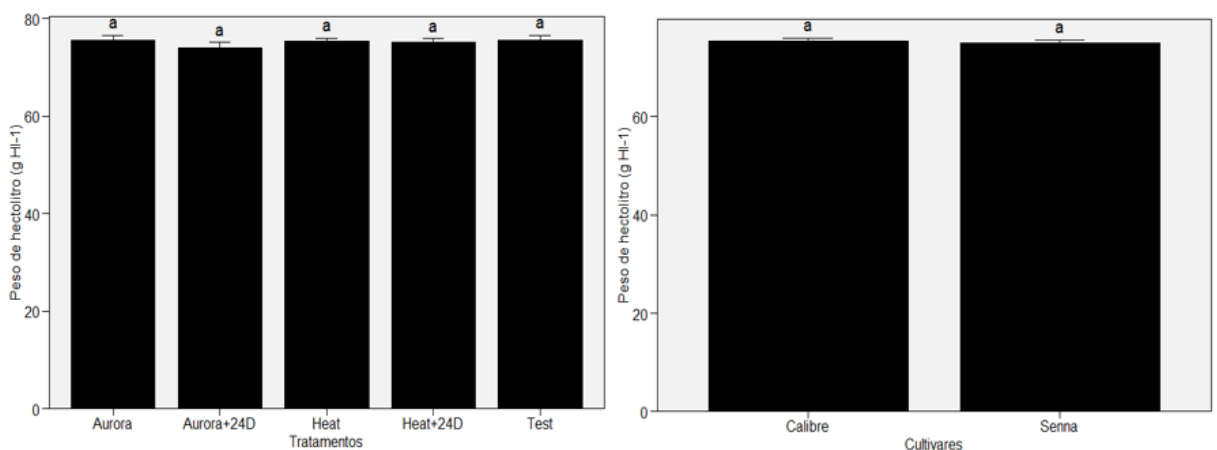
Causa de Variação	GL	Quadrados médios		
		PH	RENDIMENTO (kg/ha)	PMS
Bloco	3	12,01	114704,50	0,28
Cultivar	1	1,34ns	16147,00ns	210,15**
Produto	4	2,23ns	606515,00**	4,68**
Cultivar x Tratamento	8	0,98ns	207205,25ns	5,65**
Erro	18	3,06	104779056,00	
Média geral	-	75,30	3,875	37,61
CV (%)	-	2,32	8,35	1,35

Nota: *, Significativo a 5 e 1% de probabilidade de erro pelo teste F. NS: não significativo; GL: graus de liberdade; CV(%): coeficiente de variação. 'Dados transformados por raiz quadrada.**

Fonte: Autoria própria (2022).

A análise de variância (Tabela 6), apresentou efeito significativo para interação cultivar X tratamento apenas para variável peso de mil sementes (PMS, $p < 0,01$). Para os efeitos simples de produto e cultivar, as variáveis de rendimento por hectare (kg/ha) e peso de mil sementes (PMS) apresentaram efeitos significativos ($p < 0,01$).

Figura 10 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Peso de Hectolitro (PH) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

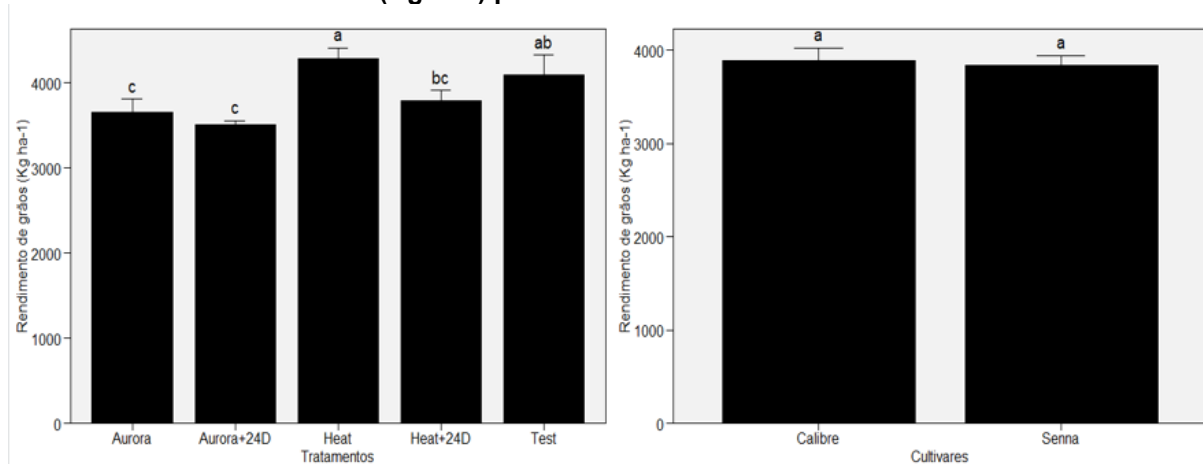
A característica peso do hectolitro depende, entre outros fatores, da espécie da variedade cultivada, e da forma e dimensão do grão (MELLO, 1994).

A ausência de efeitos da variável PH (Tabela 6; Figura 10) é em decorrência de que o efeito fitotóxico visto nas cultivares não foi o suficiente para afetar o enchimento de grãos, fazendo assim com que o peso da amostra do hectolitro não se diferenciasse entre si. Mesmo as amostras sendo de cultivares diferentes, as amostras apontaram um valor muito parecido para as ambas independente do tratamento.

A cultivar UTF25 sofreu uma drástica interferência de acamamento, fazendo com que não fosse possível realizar sua colheita para análise dos dados de rendimento.

Para variável rendimento de grãos por hectare (kg/ha) não houve diferença significativa entre as cultivares avaliadas (Figura 11). Já para os tratamentos, a combinação de Aurora + 2,4-D apresentou a menor média de rendimento (3515 kg/ha), seguido do produto Aurora (Carfentrazone-ethyl) (3663,5 kg/ha), Heat + 2,4-D (3805 kg/ha) e por fim o produto Heat (Saflufenacil) se equipara em produtividade com a testemunha.

Figura 11 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Rendimento de Grãos (Kg/ha^{-1}) para cultivares e tratamentos contendo herbicidas



Nota: Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

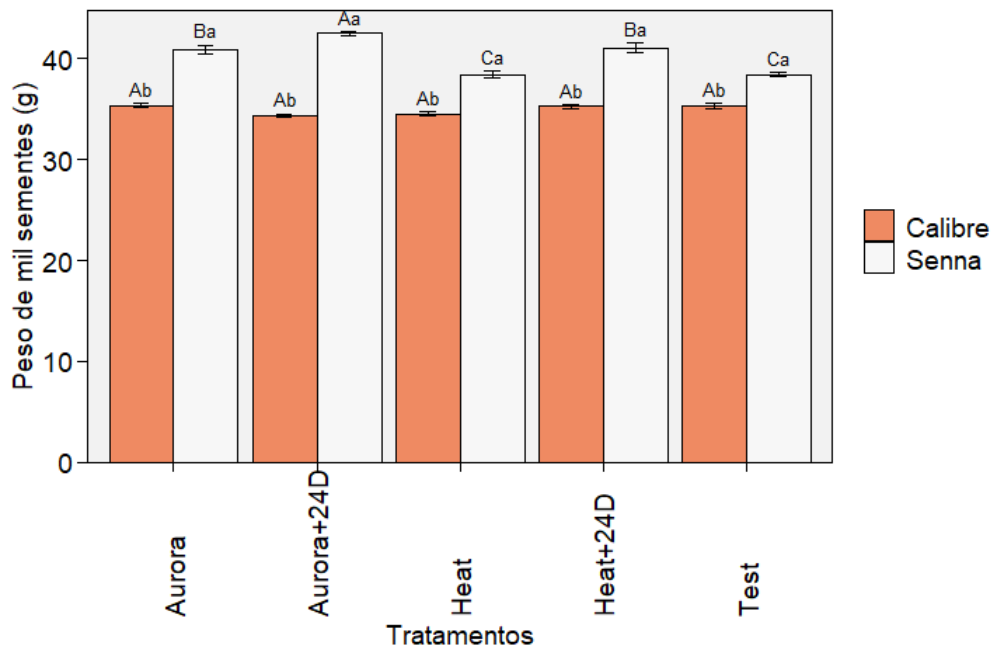
Fonte: Autoria própria (2022).

Tendo em vista que a mistura de tratamentos carfentrazone-ethyl + 2,4-D apresentou os maiores índices de fitotoxicidade, esse fator pode ter influenciado na questão de tratamento com relação a produtividade já que apresentou a menor média produtiva.

De acordo com o crescimento e desenvolvimento da cultura os danos foram diminuindo, porém, uma diferença na produtividade pode ser notada, tendo uma

perca de 15% em relação a testemunha com o uso da combinação de produtos Aurora + 2,4-D e mais de 10% no uso do Aurora (Carfentrazone-ethyl). O produto Heat (Saflufenacil), foi o tratamento que menos apresentou fitotoxicidade não teve interferências nos valores de produtividade, podendo ser recomendado com mais segurança.

Figura 12 - Barplots contendo teste de comparação de médias (Duncan, $p < 0,05$) para Peso de mil sementes (PMS) para interação cultivares X tratamentos



Nota: Barras de mesma cor seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Barras seguidas de mesma letra minúscula dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

Dentre as cultivares avaliadas (Figura 12) a cultivar ORS Senna apresentou um maior PMS (42,5 g) em comparação a cultivar Tbio Calibre (34,36 g), independente do produto aplicado (Figura 12). As empresas detentoras dessas cultivares apresentam a média do PMS da cultivar ORS Senna com um peso de 44g e da cultivar Tbio Calibre é de 35 g.

A cultivar Tbio Calibre não apresentou influência dos produtos aplicados. Já a Cultivar ORS Senna, para os tratamentos Heat (saflufenacil) e a Testemunha apresentaram o menor PMS (38,4 g). O maior PMS foi obtido pelo tratamento acrfentrazone-ethyl + 2,4-D (42,5 g).

6 CONCLUSÃO

A combinação dos herbicidas carfentrazone-ethyl + 2,4-D, seguido de saflufenacil + 2,4-D foram os tratamentos que mais apresentaram fitotoxicidade nas primeiras semanas após a aplicação no trigo.

Ao emitir novos afilhos, as plantas de trigo não apresentaram mais sintomas evidentes de fitotoxicidade.

A combinação de Aurora (carfentrazone-ethyl) + 2,4-D apresentou a menor média de rendimento, seguido do produto Aurora (Carfentrazone-ethyl), Heat + 2,4-D e por fim o produto Heat (Saflufenacil), possibilitando o uso dos herbicidas contendo i.a Saflufenacil.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TRIGO. **Sobre o trigo**. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.01.00>. Acesso em: 13 out. 2022.
- AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2017. **Trigo**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000g0irlwnqt02wx5ok05vadr1qnof0m.html. Acesso em: 13 out. 2022.
- ADEGAS, F.S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D.; *et al.* **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Londrina, , p. 12, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162704/1/CT132-OL.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.
- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, *et al.* **Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo**. *Planta Daninha*, v. 26, n. 2, p. 271–278, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200003>. Acesso em: 13 out. 2022.
- ARISTÓTELES. **“Somos o que repetidamente fazemos. Portanto, a excelência não é um feito, é um hábito”**. - Aristóteles . . #estudacom #educação #v... | Aristóteles, Hábitos, Educação. [s. d.]. **Pinterest**. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/700380179535949656/>. Acesso em: 5 dez. 2022.
- BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117197/1/Origem-e-Evolucao-de-Plantas-Cultivadas-Baixa.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.
- BARCELLOS, L.H.; PEREIRA, G.M.; CONCEIÇÃO, C.; *et al.* **Influence of Organic Matter in Sorption of the Saflufenacil in Ferralsols**. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 107, n. 2, p. 263–268, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00128-020-02800-5>. Acesso em: 13 out. 2022.
- BEATRIZ, A.T.; SILVANA, P.M.; NAGILLA, M.R.; *et al.* **Saflufenacil and indaziflam herbicide effects on agricultural crops and microorganisms**. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 16, p. 872–885, 2018. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13067>. Acesso em: 13 out. 2022.
- BENIN, G.; MILIOLI, A.; MEIRA, D.; *et al.* **UTF 25 - Early bread wheat cultivar with white flour**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 20, n. 4, 2020. DOI 10.1590/1984-70332020v20n4c67. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332020000400303&tlng=en. Acesso em: 27 nov. 2022.

BIOTRIGO. **Cultivar de trigo se destaca por alto rendimento e resistência à seca.** 2022. Disponível em: <https://biotrigo.com.br/bionews/cultivar-de-trigo-se-destaca-por-alto-rendimento-e-resistencia-a-seca/1877>. Acesso em: 27 nov. 2022.

BRAMMER, S.P.; SCAGLIUSI, S.M.; NASCIMENTO, A.; *et al.* **Análise citológica de cultivares tolerantes e sensíveis de trigo (*Triticum aestivum* L. em Thell) em resposta à presença de alumínio em solução.** Passo Fundo, p. 8, 2005. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/852169/1/pci19.pdf>.

Acesso em: 13 out. 2022.

CUNHA, G.R. **Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107847/1/2009-cunha-oficina-de-trigo-no-brasil.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; *et al.* **Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 261–269, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200002>. Acesso em: 13 out. 2022.

FORBES. **Brasil pode colher recorde de trigo com safra de quase 11 milhões de toneladas.** 2022. **Forbes Brasil.** Disponível em:

<https://forbes.com.br/forbesagro/2022/09/brasil-pode-colher-recorde-de-trigo-com-safra-de-quase-11-milhoes-de-toneladas/>. Acesso em: 1 dez. 2022.

FRIHAUF, J.C.; STAHLMAN, P.W.; AL-KHATIB, K. **Saflufenacil absorption and translocation in winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 98, n. 2, p. 243–247, 2010.

<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.06.014>. Acesso em: 13 out. 2022.

GAUTHIER, J.R.; MABURY, S.A. **The Environmental Degradation and Distribution of Saflufenacil, a Fluorinated Protoporphyrinogen IX Oxidase-Inhibiting Herbicide, on a Canadian Winter Wheat (Saflufenacil) Field.** *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 39, n. 10, p. 1918–1928, 2020.

<https://doi.org/10.1002/etc.4820>. Acesso em: 13 out. 2022.

GALLON, M.; BUZZELLO, G.; TREZZI, M.; *et al.* **Ação de herbicidas inibidores da PROTOX sobre o desenvolvimento, acamamento e produtividade da soja.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 15, n. 3, p. 232, 2016.

<https://doi.org/10.7824/rbh.v15i3.471>. Acesso em: 27 nov. 2022.

HASENBEIN, S.; PERALTA, J.; LAWLER, S.P.; *et al.* **Environmentally relevant concentrations of herbicides impact non-target species at multiple sublethal endpoints.** *Science of The Total Environment*, v. 607–608, p. 733–743, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.270>. Acesso em: 13 out. 2022.

KAUR, G. **Herbicides and its role in Induction of Oxidative Stress- A Review.** *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, v. 4, n. 4, p. 995–1004, 2019. <https://doi.org/10.22161/ijeab.4416>. Acesso em: 13 out. 2022.

KUNERT, K.; *et al.* **Target Sites of Herbicide Action.** [S. l.]: CRC Press, 2020. p. 45–63. DOI 10.1201/9781003068280-3. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781000103113/chapters/10.1201/9781003068280-3>. Acesso em: 13 out. 2022.

LECHENET, M.; DESSAINT, F.; PY, G.; *et al.* **Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms.** *Nature Plants*, v. 3, n. 3, p. 17008, 2017. <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.8>. Acesso em: 13 out. 2022.

MARIANI, F.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; *et al.* **Valor adaptativo e habilidade competitiva de azevém resistente e suscetível ao iodosulfuron em competição com o trigo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 6, p. 710–719, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000600002>. Acesso em: 13 out. 2022.

MALDANER, R.L.; SCHENEIDER, T. **Seletividade do herbicida Saflufenacil ao trigo.** *Ciência & Tecnologia - Cruz Alta*, ed. 3, p. 47–54, 2019. Disponível em: <https://www.revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/cientec/issue/view/44>. Acesso em: 01 dez. 2022.

MATSUOKA, Yoshihiro. **Evolution of Polyploid Triticum WHeat (Saflufenacil)s under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridization and Allopolyploid Speciation in their Diversification.** *Plant and Cell Physiology*, v. 52, n. 5, p. 750–764, 2011. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr018>. Acesso em: 13 out. 2022.

MONQUEIRO, P.A.; SABBAG, R.; ORZARI, I.; *et al.* **Lixiviação de saflufenacil e residual após períodos de seca.** *Planta Daninha*, v. 30, n. 2, p. 415–423, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000200022>. Acesso em: 13 out. 2022.

MOREIRA, M.; MELO, M.S.C.; CARVALHO, S.J.P.; *et al.* **Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate.** *Planta Daninha*, v. 28, n. 1, p. 167–175, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100020>. Acesso em: 13 out. 2022.

NEENAN, M.; SPENCER-SMITH, J. L. **An analysis of the problem of lodging with particular reference to wheat and barley.** *The Journal of Agricultural Science*, v. 85, n. 3, p. 495–507, 1975. <https://doi.org/10.1017/S0021859600062377>. Acesso em: 16 nov. 2022.

OR GENÉTICA DE SEMENTES. **ORS Senna. 2022. OR Genética.** Disponível em: <https://www.orsementes.com.br/cultivares/3/ors+senna>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. **Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade.** v. 31, n. 3, p. 473–479, 2009. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.1048>. Acesso em: 13 out. 2022.

RIGOLI, R.P.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, J.M.B.; *et al.* **Potencial competitivo de cultivares de trigo em função do tempo de emergência.** *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 41–47, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100007>. Acesso em: 13 out. 2022.

ROVIDA, A.F.; COSTA, G.; SANTOS, M.I.; *et al.* **Herbicides Tolerance in a Pseudomonas Strain Is Associated With Metabolic Plasticity of Antioxidative Enzymes Regardless of Selection.** *Frontiers in Microbiology*, v. 12, p. 673211, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.673211>. Acesso em: 13 out. 2022.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 5. ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 592 p. Acesso em: 13 out. 2022.

SILVA, M.R; DURIGAN, J.C. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II - Cultivar Caiapó.** v. 68, n. 2, p. 373–379, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000200011>. Acesso em: 13 out. 2022.

SAGAN, L. **Radiation hormesis: Evidence for radiation stimulation and speculation regarding mechanisms.** v. 37, n. 2, p. 313–317, 1991. [https://doi.org/10.1016/1359-0197\(91\)90148-U](https://doi.org/10.1016/1359-0197(91)90148-U). Acesso em: 01 dez. 2022.

SILVA, M.R.; PEIXOTO, M.C.; SANTOS, R.N.; *et al.* **Banco de sementes de plantas espontâneas após cultivo do milho sob cobertura de palha de babaçu.** v. 13, p. 7, 2018. Disponível em: <https://cadernos.abagroecologia.org.br/cadernos/article/view/1835>. Acesso em: 13 out. 2022.

SINGH, B; SINGH, K. **Microbial degradation of herbicides.** *Critical Reviews in Microbiology*, p. 1–17, 2014. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2014.929564>. Acesso em: 13 out. 2022.

SINGH, S.; YADAV, A.; PUNIA, S.S; *et al.* **Evaluation of Carfentrazone-ethyl-ethyl+Metsulfuron-methyl against Broadleaf Weeds of Wheat (Saflufenacil).** India, ed. 43, p. 12–22, 2011. Disponível em: https://www.isws.org.in/IJWSn/File/2011_43_Issue-1&2_12-22.pdf. Acesso em: 13 out. 2022.

SIKKEMA, P.H.; SHROPSHIRE, C.; SOLTANI, N. **Tolerance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.), oats (*Avena sativa* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) to saflufenacil.** *Crop Protection*, v. 27, n. 12, p. 1495–1497, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.07.009>. Acesso em: 12 nov. 2022.

STENRØD, M. **Long-term trends of pesticides in Norwegian agricultural streams and potential future challenges in northern climate.** *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, v. 65, p. 199–216, 2015. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.977339>. Acesso em: 13 out. 2022.

THIOUR-MAUPRIVEZ, C.; MARTIN-LAURENT, F.; CALVAYRAC, C.; *et al.* **Effects of herbicide on non-target microorganisms: Towards a new class of biomarkers?** *Science of The Total Environment*, v. 684, p. 314–325, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.230>. Acesso em: 13 out. 2022.

TILMAN, D.; CASSMAN, K.G.; MATSON, P.; *et al.* **Agricultural sustainability and intensive production practices.** v. 418, n. 6898, p. 671–677, 2002. <https://doi.org/10.1038/nature01014>. Acesso em: 13 out. 2022.

TREZZI, M.M.; MATTEI, D.; VIDAL, R.A.; *et al.* **Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*).** *Planta Daninha*, v. 25, n. 4, p. 839–847, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000400021>. Acesso em: 07 nov. 2022.

VARGAS, L.; ROMAN, E. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja.** ed. 62, 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62.htm. Acesso em: 13 out. 2022.

YANG, J.; GUAN, A.; WU, Q.; *et al.* **Design, synthesis and herbicidal evaluation of novel uracil derivatives containing an isoxazoline moiety.** *Pest Management Science*, v. 76, n. 10, p. 3395–3402, 2020. <https://doi.org/10.1002/ps.5970>. Acesso em: 13 out. 2022.

ZERNER, Michael C.; GILL, Gurjeet S.; VANDELEUR, Rebecca K. **Effect of Height on the Competitive Ability of WHeat (Saflufenacil) with Oats.** *Agronomy Journal*, v. 100, n. 6, p. 1729–1734, 2008. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0068>. Acesso em: 13 out. 2022.