



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

BRUNO CAVENAGHI

**INTERAÇÃO DE HERBICIDAS E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE  
DE SEMENTES DE TRIGO**

---

Londrina  
2017

BRUNO CAVENAGHI

**INTERAÇÃO DE HERBICIDAS E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE  
DE SEMENTES DE TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete

Co-orientador: Pesq. Dr. Fernando Storniolo Adegas.

Londrina  
2017

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C379i Campos, Jefferson Tadeu de.  
Interação de herbicidas e a adubação nitrogenada sobre a produtividade e qualidade de sementes de trigo / Bruno Cavenaghi. - Londrina, 2017.  
69 f.: il.

Orientador: Cássio Egídio Cavenaghi Prete.

Coorientador: Fernando Stormiolo Adegas.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Trigo - Semente - Qualidade - Teses. 2. Trigo - Semente - Rendimento - Teses. 3. Herbicidas - Teses. 4. Nitrogênio - Teses. I. Prete, Cássio Egídio Cavenaghi. II. Adegas, Fernando Stormiolo. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.11

BRUNO CAVENAGHI

**INTERAÇÃO DE HERBICIDAS E A ADUBAÇÃO NITROGENADA  
SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE  
TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi  
Prete  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi Saab  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Jethro Barros Osipe  
Universidade Estadual Norte do Paraná -  
UENP

Londrina, 27 de abril de 2017.

## DEDICATÓRIA

A minha esposa Luisa, meu filho Lucas e minha  
filha Maria Carolina com amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus que me iluminou e me deu forças.

Aos meus orientadores Cássio Prete e Fernando Adegas por aceitarem este desafio e proporcionarem conselhos que foram validos para o trabalho como também para minha vida.

Ao Marcus Santos, Kent Davis, Cristiane Manzone e Rodrigo Neves que viabilizaram a realização do mestrado junto a Dow.

Aos meus amigos Luís Zobiole, Valéria Moscardini, Gabriel Pereira e Oscar Silva e diversas pessoas da Dow que de forma direta ou indireta tiveram grande relevância nesta conquista.

E em especial a minha esposa Luisa, fonte de inspiração e dedicação, me ajudando de forma significativa para conseguir alcançar este título, pois sem ela não seria possível.

Ao meu filho Lucas, o entendimento das minhas ausências e o companheirismo até em minhas avaliações.

E uma dedicação toda especial a minha filha guerreira, cheia de alegria e força que apesar de seus 2 aninhos foi fonte de inspiração na reta final para a conclusão da dissertação, quando ao lado do seu leito no hospital escrevi meus últimos parágrafos do trabalho.

Obrigado a todos de coração.

CAVENAGHI, Bruno. **Interação de herbicidas e a adubação nitrogenada sobre a produtividade e qualidade de sementes de trigo**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

A influência da competição entre plantas por recursos essenciais impacta diretamente os fatores de produção da cultura. Por outro lado a busca por altos rendimentos e qualidade fisiológica das sementes estão diretamente relacionados as condições ambientais e a nutrição das plantas entre elas a adubação nitrogenada de cobertura. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação do manejo de plantas daninhas e a adubação nitrogenada de cobertura sobre o desempenho produtivo e a qualidade fisiológica de sementes do trigo. O experimento foi conduzido em três localidades no estado do Paraná: Braganey, Tamarana e Londrina, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições, utilizando a cultivar gralha azul. Os tratamentos foram estabelecidos em uma combinação de herbicidas e doses de nitrogênio, realizados aos 25 dias após a aplicação (DAA), quando as plantas de trigo estavam na fase de perfilhamento (estádio fenológico 2, escala de Feekes). Os tratamentos herbicidas (g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram: halauxifen-metil+pyroxsulam (22,2), fluroxipyr (300), pyroxsulam (18) + óleo vegetal (0,5 L.ha<sup>-1</sup>), a associação de fluroxipyr e pyroxsulam (300 + 18), + óleo vegetal (0,5 L.ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha absoluta. A adubação nitrogenada de cobertura foi utilizada a lanço, na forma de uréia (45% de N) nas dosagens de 0; 60; 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Não houve efeito sobre o desempenho produtivo sobre os fatores avaliados para qualidade fisiológica da semente. A seletividade obteve interação dos herbicidas e as diferentes localidades, independente do manejo de adubação de cobertura, demonstrando ser um sintoma transiente. As melhores eficácias de controle de plantas daninhas foram apresentadas pelos herbicidas halauxifen-metil+pyroxsulam e fluroxipyr associado a pyroxsulam, sendo dependente das plantas daninhas presentes na área.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Componentes de rendimento. Herbicidas. Seletividade. Nitrogênio.

CAVENAGHI, Bruno. **Interaction of herbicides and nitrogen fertilization on the production and quality of wheat seeds**. 2017. 69 p. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## ABSTRACT

The influence of competition between plants for essential resources directly affects quantitative and qualitative factors of crop production. On the other hand, the quest for both high yields and physiological quality of the wheat is directly related to the effects of the nitrogen fertilization of the crop. The objective of this research was to evaluate the interaction between weed management and nitrogen fertilization on the yield and the physiological quality of wheat seeds. The experiment was conducted in three locations in Paraná State: Braganey, Tamarana and Londrina. Field research was designed as a randomized block design, in a 5 x 3 factorial scheme, with four replications, using the Gralha Azul wheat cultivar. The treatments were established in a combination of herbicides rates and nitrogen fertilization performed at 25 days after application (DAA), in the tillering phase (phenological stage 2, Feekes scale). The herbicides treatments ( $\text{g a.i. ha}^{-1}$ ), were: halauxifen-methyl + pyroxsulam (22.2), fluroxypyr (300), pyroxsulam (18) + vegetable oil ( $0.5 \text{ L.ha}^{-1}$ ) and the association of fluroxypyr and pyroxsulam (300 + 18), + vegetable oil ( $0.5 \text{ L.ha}^{-1}$ ) and an untreated. Nitrogen broadcast fertilization was used as urea (45% N) in the dosages of 0; 60; 90  $\text{kg N ha}^{-1}$ . There was no effect on the productive performance on the factors evaluated for the physiological seed quality. For selectivity it was observed an interaction between herbicides and locations, regardless of the fertilizer management, proving to be a transient symptom. The best weed control efficiencies were presented by the herbicides halauxifen-methyl+pyroxsulam and fluroxypyr associated with pyroxsulam, being dependent on the weeds species present in the area.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. Yield components. Herbicides. Selectivity. Nitrogen.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados de temperatura e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina, Tamarana e Braganey - PR, 2015.....49
- Figura 2** – Fitotoxicidade de herbicidas aplicados na fase de perfilhamento da cultura do trigo em Braganey, Tamarana e Londrina em diferentes dias após a aplicação (daa), safra 2015.....56

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Resultado da ANOVA indicando os efeitos dos fatores em estudo (MRTs, herbicidas e doses de hidrogênio) e suas possíveis interações na fitotoxicidade (seletividade) de herbicidas a cultura do trigo. Paraná, safra 2015. ....	53
<b>Tabela 2</b> – Interação entre as MRTs, herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura na fitotoxicidade (porcentagem) de herbicidas a cultura do trigo, safra 2015.....	57
<b>Tabela 3</b> – Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de buva na cultura do trigo em Braganey-PR, na avaliação aos 28 dias após a aplicação, 2015. ....	58
<b>Tabela 4</b> – Resultado da anova indicando os efeitos dos fatores em estudo (herbicidas e doses de nitrogênio) e suas possíveis interações no controle de nabo e azevém na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.....	59
<b>Tabela 5</b> – Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de nabo na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.....	60
<b>Tabela 6</b> – Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de azevém na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.....	61

## LISTA DE SIGLAS

ABA	Biossíntese de Ácido Abscísico
ALS	Acetolactato Sintase
CBPTT	Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale
CE	Condutividade Elétrica
CNPSO	Centro Nacional de Pesquisa de Soja
CPA	Comprimento da Parte Aérea
CRA	Comprimento da Raiz
DAE	Dias após a emergência
HRAC	Herbicide Resistance Action Committee
ISTA	International Seed Testing Association
MRTs	Macroregiões Tritícolas
PAI	Período Anterior à Interferência
PC	Períodos de Competição
PCPI	Período Crítico de Prevenção da Interferência
PH	Peso do Hectolitro
PTPI	Período Total de Prevenção da Interferência
RAS	Regras de Análise de Sementes
TPP	Tiamina Pirofosfato

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1	ASPECTOS ECÔNOMICOS DO TRIGO .....	13
2.2	COMUNIDADE INFESTANTE .....	15
2.3	MANEJO DE PLANTAS DANINHAS.....	17
2.3.1	Inibidores da enzima acetolactato sintase .....	18
2.3.2	Mimetizadores de auxinas .....	20
2.4	SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS À CULTURA .....	22
2.5	ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA .....	23
2.6	QUALIDADE DA SEMENTE DE TRIGO .....	27
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
<b>3</b>	<b>ARTIGO: INTERFERÊNCIA DE HERBICIDAS E A ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO</b> .....	41
3.1	RESUMO E ABSTRACT .....	41
3.2	INTRODUÇÃO.....	42
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3.3.1	Ensaio, Cultivar e Instalação do Experimento .....	46
3.3.2	Tratamentos e Delineamento Experimental.....	47
3.3.3	Avaliações .....	50
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
3.5	CONCLUSÕES.....	62
3.6	REFERÊNCIAS .....	63

## 1 INTRODUÇÃO

Na busca por altos rendimentos, as estratégias de manejo são fundamentais para minimizar os impactos causados por interferências na lavoura, dentre elas destaca-se o controle de plantas daninhas na cultura, tanto no seu estabelecimento como desenvolvimento.

A matocompetição é um dos mais importantes fatores do sistema produtivo, interferindo diretamente na quantidade e na qualidade da produção. Além da redução de produtividade, as plantas sofrem alteração nas características morfológicas e fisiológicas da cultura. Desta forma o período de controle dessas ervas é o ponto chave para a obtenção de altos níveis de produtividade. Nesse sentido, os herbicidas são uma importante ferramenta para manejar a comunidade infestante.

A escolha do herbicida para o manejo das plantas daninhas é essencial, sendo dependente das espécies presentes na lavoura, do estágio de desenvolvimento, da tecnologia de aplicação e dos fatores ambientais que podem interferir diretamente no desempenho desses produtos.

Um dos grupos de herbicidas mais utilizados na cultura de cereais são os inibidores da enzima Acetolactato Sintase (ALS), devido à sua alta seletividade e ao amplo espectro de controle, proporcionando alta eficácia mesmo com baixas doses. Os herbicidas desse grupo têm sua ativação nas regiões mais novas das plantas, devido à sua maior sensibilidade, demonstrando a importância das aplicações serem realizadas nos estágios iniciais da população infestante. Os sintomas são caracterizados pela paralização do crescimento, desenvolvimento de clorose e posterior morte da planta.

Outro grupo de herbicidas utilizado em larga escala na cultura do trigo são os mimetizadores de auxinas, que afetam o crescimento da planta, agindo de maneira similar as auxinas naturais. Aumentos anormais nesses processos levam à síntese de auxina e giberelina, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerado e desordenado, especialmente nas partes novas das plantas. Os efeitos iniciais de retardamento do crescimento são causados pelo etileno, que é induzido por auxina juntamente com o cianeto, promovendo nas dicotiledôneas susceptíveis a indução da morte celular.

A seletividade dos herbicidas à cultura de inverno é um ponto fundamental para a escolha do produto, podendo afetar o desenvolvimento da planta. Essa característica depende de vários fatores, como, por exemplo, a época de aplicação, o posicionamento do produto em relação às sementes das culturas ou as características genéticas das espécies.

A cultura do trigo tem a capacidade de metabolizar a molécula dos herbicidas ALS e apresentar tolerância aos mimetizadores de auxina, viabilizando a utilização dos principais grupos de herbicida a esse cereal de inverno. Porém, para o incremento de produtividade e fisiologia de sementes, devem ser implementadas práticas corretas de manejo, como a adubação nitrogenada em cobertura, que irá complementar as exigências nutricionais da cultura.

O momento do suprimento de nitrogênio e a dose utilizada irão potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e o número de grãos por espigas. Isso ocorre entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, incrementando os componentes do rendimento.

Efeitos positivos sobre a qualidade fisiológica das sementes são conhecidos pela disponibilidade de nitrogênio, evidenciados na qualidade de germinação e na condutividade elétrica.

É evidente a importância do manejo das plantas daninhas e a adubação de nitrogênio em cobertura realizados na cultura do trigo, entretanto não é conhecida a interação entre esses manejos e a influência sobre a produtividade e a qualidade de sementes do trigo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS ECÔNOMICOS DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um cereal básico para a civilização e seu cultivo segue paralelamente à história da humanidade e da modernidade. É um cereal pertencente à família das Poaceas (FORNASIERI FILHO, 2008), tendo seu surgimento na região da Mesopotâmia, no sudoeste da Ásia, há mais de 10 mil anos, (FERNANDES, 2000).

No Brasil, o trigo foi introduzido em 1875, mas somente a partir da década de 40 as plantações começaram sua expansão no Rio Grande do Sul (ARAÚJO, 1971) e no Paraná, as quais transformaram estes nos principais estados produtores (CONAB, 2017). Seu cultivo é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e grandes propriedades da região Sul do Brasil, devido à integração no sistema de rotação e/ou sucessão com as culturas da soja e do milho, em semeadura direta (FRANCESCHINI et al., 2009).

O trigo é o segundo cereal mais cultivado no mundo, superado apenas pelo milho (MAPA, 2017), com a produção mundial ao redor de 743,8 milhões de toneladas em uma área total de 222,2 milhões de hectares (USDA, 2017). A cultura participa com aproximadamente 30% da produção mundial de grãos devido ao elevado consumo de seus derivados (MORI et al., 2007). Como maiores produtores mundiais têm-se Índia, União Europeia, Rússia e China (USDA, 2017).

Segundo a Conab (2017), no Brasil a produção de trigo na safra de 2016 foi de 6,16 milhões de toneladas em uma área de 2,1 milhões de hectares, concentrada na região Sul com 1,9 milhões de hectares colhidos, na região Sudeste 149,4 mil hectares e na Centro-Oeste, apenas 33 mil hectares. Em relação à produção, 90,6% é originado na região Sul, 7,5% na Sudeste e 2,0%, na Centro-Oeste. No entanto, esse montante representa menos de 60% do consumo interno do cereal, fazendo com que o Brasil, apesar de todo seu potencial agrícola, seja um dos principais países importadores de trigo, tendo importado 5.300 milhões de toneladas no ano de 2016 (CONAB, 2017).

O cereal é utilizado na alimentação humana, na forma de farinha, macarrão, pães, entre outros, na elaboração de produtos não alimentícios, como

misturas adesivas, colas, cosméticos; bem como na alimentação animal, na forma de grão, forragem ou na composição de ração. Estima-se que no Brasil 94,5% da produção seja destinada ao processo industrial, 2,5% seja reserva de semente e, aproximadamente, 3,0% utilizada diretamente na alimentação animal (MORI; IGNACZACK, 2011).

A média de produtividade brasileira é de aproximadamente 2.939 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade do maior estado produtor, o Paraná, foi de 3.055 kg ha<sup>-1</sup> em 2016. Alguns estados como Goiás e Distrito Federal apresentam produtividades elevadas devido ao seu cultivo ser irrigado, alcançando produtividades de 5.182 kg ha<sup>-1</sup> e 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CONAB, 2017).

O país busca aumentar a produção de trigo, a fim de atender à demanda nacional e também gerar benefícios com o cultivo, como o enriquecimento do solo e a disponibilização de palhada para as culturas de verão (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006). Para isso, é necessário ampliar o potencial de rendimento, situação em que os cultivares precisam interagir com diferentes situações de ambiente e de manejo (SCHEEREN, 1999; BENIN et al., 2005).

O estabelecimento de estratégias que visem ao aumento da produtividade passa pelo manejo utilizado na cultura, sendo indesejável qualquer situação que prejudique a produção desse cereal, como a interferência das plantas daninhas. A matocompetição é um importante fator a ser considerado, pois essas infestantes competem com o trigo pela radiação, água e nutrientes, reduzindo o rendimento da cultura (POWLES et al., 1996; OLESEN et al., 2004; SOUFIZADEH; ZAND, 2004; GRICHAR, 2006). Essas perdas de rendimento são estimadas em 25% (MONTAZERI; ZAND; BAGHESTANI, 2005).

## 2.2 COMUNIDADE INFESTANTE

Na cultura do trigo, diversos fatores influenciam seu desenvolvimento, dentre os quais se destaca a interferência imposta pelas plantas daninhas, verificada por meio da redução de produção e do crescimento da planta cultivada, como respostas à competição pelos recursos disponíveis no ambiente (AGOSTINETTO et al., 2008).

As espécies com características morfológicas e fisiologicamente semelhantes apresentam exigências similares, o que torna ainda mais intensa a competição entre elas (SILVA; DURIGAN, 2006). Quanto maior a população de plantas daninhas no trigo, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio, como nutrientes, luz, água e o espaço (PITELLI, 1985). Uma das mais importantes é a competição por radiação solar, por ser matéria-prima para a atividade metabólica das plantas (ZANINE; SANTOS, 2004).

As plantas são capazes de regular a disposição dos fotoassimilados de acordo com a qualidade de radiação interceptada no início do seu desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essa disposição proporciona alteração no crescimento da parte aérea, com o objetivo de melhorar a eficiência na obtenção da radiação luminosa e evitar o sombreamento (LAMEGO; REINEHR; CUTTI, 2015).

A diferença energética obtida resulta na redução do diâmetro de caule e no acúmulo de biomassa na parte aérea e radicular, além da mudança na direção das folhas (RAJCAN; SWANTON, 2004). No entanto, Ballaré e Casal (2000) enfatizam que os efeitos dos sinais de luz recebidos pelos fitocromos podem ser diferentes entre a cultura e as plantas daninhas. Com isso a planta passa a empregar sua energia no crescimento da parte aérea e do sistema radicular, apresentando redução em seu crescimento e desenvolvimento (VIDAL; MEROTTO JUNIOR., 2010).

Uma das principais transformações morfológicas verificadas nas plantas é o estiolamento do caule (MEROTTO JUNIOR. et al., 2002; MEROTTO JUNIOR; FISCHER; VIDAL, 2009). Esse efeito pode ser entendido como um mecanismo de busca pela luz, de qualidade e quantidade suficientes, para recompor o equilíbrio energético da planta (LAMEGO; REINEHR; CUTTI, 2015).

Para o trigo, a competição por luz pode reduzir o número de afilhos (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001) e pode estar associada com a redução na área

foliar, interferindo diretamente na produção de fotoassimilados (VALÉRIO; CARVALHO; OLIVEIRA, 2009).

Com isso determinar o período de controle das plantas daninhas é importante para obter sucesso na produtividade e também para a escolha do método de controle ideal, pois o grau de competição entre plantas daninhas e a cultura pode ser alterado em função do período em que estiver competindo por determinado recurso (BRIGHENTI et al., 2004).

No início do ciclo de desenvolvimento, a cultura e as plantas daninhas podem conviver por determinado período sem que ocorra danos à produtividade da cultura (BRIGHENTI et al., 2004). Nessa fase, denominada de Período Anterior à Interferência (PAI), o meio é capaz de fornecer os recursos de crescimento necessários à cultura (VELINI, 1997). Um segundo período, denominado de Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI), a partir da emergência, exige que a cultura cresça livre da presença de plantas daninhas para que sua produtividade não seja alterada (CARVALHO; VELINI, 2001). A partir desse período, as plantas daninhas que estiverem presentes no meio não irão interferir de maneira a reduzir a produtividade da cultura, pois essa já apresenta capacidade de suprimir as plantas concorrentes. O período entre o PAI e o PTPI, denominado de Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI), é a fase em que as práticas de controle devem ser efetivamente adotadas para prevenir perdas na produtividade das culturas (EVANS et al., 2003).

Os efeitos da interferência não apresentam recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas (KOZLOWSKI, 2002). Em termos de manejo de plantas daninhas, o PCPI torna-se o período de maior importância, em que a produtividade é significativamente afetada. É possível observar que a duração de cada período é dependente da cultura e as plantas daninhas presentes na área.

As informações sobre os Períodos de Competição (PC) em trigo podem auxiliar na decisão do momento da adoção de medidas de manejo e do controle, sendo que um dos pontos-chaves para atingir esse objetivo é o controle de plantas daninhas (PENCKOWSKI, PODOLAN; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O conhecimento do PC poderá reduzir o número de aplicações de herbicidas e o surgimento de plantas daninhas resistentes. A época ideal para iniciar o controle das plantas daninhas para a cultura do trigo é até 25 DAE, sem causar

perdas na produtividade de acordo com Cenci, Zagonel e Ferreira (2013). Já Agostinetto et al. (2008) relatam que as medidas de controle das plantas daninhas em trigo devem ser adotadas no período entre 12 e 24 dias após a emergência da cultura.

### 2.3 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

Um dos fatores determinantes para se manter altas produtividades é o manejo adequado das plantas daninhas a fim de evitar interferência negativa no crescimento e desenvolvimento das espécies cultivadas (PAPA et al., 2005). Na cultura do trigo, a massa seca, a produtividade de grãos e a absorção de nitrogênio são reduzidas como o aumento da densidade de plantas daninhas (IQBAL; WRIGHT, 1999).

Com isso, o manejo de plantas daninhas tem como objetivo reduzir as perdas de produção causadas pela interferência dessas infestantes, como também a redução das perdas indiretas na colheita, ocasionadas por impurezas, diminuição do banco de sementes no solo e preservação o meio ambiente. (KARAM; OLIVEIRA; SILVA, 2002).

As plantas daninhas podem elevar a umidade dos grãos e os custos de secagem, favorecer a fermentação, aumentar a incidência de pragas no armazenamento e dificultar a colheita da cultura do trigo (VARGAS; ROMAN, 2005).

Os herbicidas são uma importante ferramenta nesse contexto. Eles geralmente inibem a atividade de uma enzima na célula e, conseqüentemente, desencadeiam uma série de eventos que matam ou inibem o desenvolvimento da planta. Essas enzimas são proteínas que aumentam a velocidade das reações químicas e possuem um local, sítio catalítico, diretamente envolvido com o substrato nas etapas que antecedem a reação química (VIDAL, 1997).

O desempenho dos herbicidas depende de diversos aspectos, como as características físico-químicas, a dose, a espécie a ser controlada, o estágio de desenvolvimento e a biologia da planta daninha, as técnicas de aplicação e os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas (VICTORIA FILHO, 1985).

Esses fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar,

precipitação, radiação solar, ventos e o orvalho (VICTORIA FILHO, 1985), interagem diretamente, provocando diferenças nas condições da aplicação do herbicida (GAZZIERO, 1980; SKUTERUD et al., 1998). Com isso, tanto as plantas como a ação dos herbicidas são influenciadas por estes fatores (FORNAROLLI; RODRIGUES; CHENATA, 1999). Segundo Devine, Bandeen e Mckersei (1983), quando alguns dos fatores citados acima não são desejáveis, o desempenho do herbicida aplicado em pós-emergência pode ficar comprometido.

Outro fator determinante do momento da aplicação em pós-emergência é o estágio das plantas daninhas. Quando aplicado nas fases iniciais, as plantas apresentarão maior sensibilidade à ação dos herbicidas, pois os tecidos jovens os absorvem com maior facilidade (MAROCHI, 1993). Nas aplicações de pós-emergentes, as folhas são o principal órgão das plantas daninhas envolvido na penetração de herbicidas; assim, sua morfologia e as características anatômicas influenciam a quantidade do produto interceptado, retido e absorvido (HESS; FALK, 1990).

O controle químico das espécies deve ser feito aplicando doses adequadas de herbicidas para proporcionar períodos de controle suficientes para evitar perdas na quantidade e qualidade do produto final (DURIGAN; VICTÓRIA FILHO, 1983).

### 2.3.1 Inibidores da enzima acetolactato sintase

Um grupo de produtos muito utilizado na cultura de cereais são os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase–ALS, correspondente ao grupo B de acordo com a classificação do Herbicide Resistance Action Committee (HRAC, 2017), composto por quatro grupos químicos: imidazolinonas, sulfoniluréias, sulfonanilidas e pirimidiniloxi-benzoatos. Embora as suas estruturas químicas sejam diferentes, esses herbicidas têm o mesmo mecanismo de ação. Em geral, os herbicidas inibidores da ALS apresentam baixa toxicidade para mamíferos, alta seletividade às culturas e controlam um grande espectro de plantas daninhas com baixas doses (VIDAL, 2002).

Esses herbicidas são sistêmicos, absorvidos pelas folhas e raízes das plantas, sendo transportados tanto pelo floema como pelo xilema. Após a absorção nas regiões mais novas da planta, onde apresenta maior sensibilidade,

transloca para os tecidos meristemáticos, causando clorose e completa inibição do crescimento das principais espécies invasoras na cultura do trigo (GEIER et al., 2011). Os ALS são grupos de moléculas herbicidas de comportamento de ácido fraco, com solubilidade média em água. A dosagem de ingrediente ativo por hectare é baixa, conferindo rápida degradação biológica no solo e seletividade para cultura do trigo (WELLS, 2008).

A persistência desses herbicidas varia com as condições do solo, teor de matéria orgânica, pH, umidade e temperatura. A adsorção ao solo aumenta com o aumento do teor de matéria orgânica. A atividade microbiana é importante para a degradação desses compostos, e condições quentes e úmidas de solo favorecem o desaparecimento desses produtos. A resposta ao pH do solo difere entre as sulfoniluréias e as imidazolinonas: quando o pH diminui, a persistência das sulfoniluréias é reduzida e das imidazolinonas aumenta.

A ALS é uma importante enzima na síntese de aminoácidos com cadeia lateral, que catalisa duas reações, a condensação de duas moléculas de piruvato para formar uma molécula de acetolactato e/ou a condensação de uma molécula de piruvato com uma de acetobutirato para formar acetohidrobutirato. Essa dupla ação de síntese resulta em dois nomes para a mesma enzima: acetolactato sintase (ALS) e/ou acetohidroxi ácido sintase (AHAS).

A enzima ALS é a primeira enzima da rota de síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina. Esta enzima juntamente com outras três enzimas, são comuns a duas rotas metabólicas que ocorrem em plastídios de tecidos jovens de plantas e produzem os três aminoácidos (ROMAN et al., 2007).

Na rota que produz valina e leucina, a ALS catalisa a reação de duas moléculas de piruvato para formar acetolactato, o precursor desses aminoácidos. A enzima também catalisa a reação entre piruvato e cetobutirato para produzir acetohidrobutirato, o precursor de isoleucina. A enzima ALS requer FAD, Tiamina Pirofosfato (TPP) e  $Mg^{+2}$  ou  $Mn^{+2}$  para ser ativada (VIDAL; MEROTTO JR., 2001).

Sintoma dessa reação é a inibição do crescimento das plantas que pode ser detectada uma a duas horas após o tratamento com herbicidas, bem antes de haver efeitos sobre outros processos, como as reações fotossintéticas, a respiração aeróbica ou a síntese de RNA ou proteínas. Um possível efeito da inibição da ALS por herbicidas é a acumulação do substrato dessa enzima, o

cetobutirato.

Em plantas susceptíveis aos inibidores da enzima acetolactato sintase, ocorre paralisação do crescimento e desenvolvimento de clorose internerval e o arroxamento foliar dentro de sete a dez dias após a aplicação do herbicida. Folhas em emergência podem aparecer manchadas e mal formadas. Pode também haver inibição no crescimento de raízes laterais quando resíduos do produto estão presentes no solo. Normalmente nas folhas largas, o meristema apical necrosa e morre antes que as demais partes mais velhas da planta (ROMAN et al., 2007).

O pyroxsulam, que faz parte deste estudo, é um exemplo desse grupo, sendo um novo ativo da classe de triazolopirimidina sulfonamida. É um produto sistêmico, transportado pelo floema e xilema e absorvido através de folhas, brotos e raízes. Inibe a enzima de planta acetolactato sintase (ALS), sendo utilizado na cultura do trigo como um herbicida em pós-emergência contra uma amplo espectro de plantas daninhas.

### 2.3.2 Mimetizadores de auxinas

Outro grupo de herbicidas utilizado em cereais de invernos são os auxínicos, pertencente ao grupo O de acordo com a classificação do Herbicide Resistance Action Committee (HRAC, 2017). Entre os mais importantes estão os ácidos fenoxicarboxílicos (2,4-D), ácidos benzóicos (dicamba), ácido piridincarboxílico (fluroxipyr), os ácidos quinolina carboxílicos (quinclorac) e os arylpicolinates (halauxifen). Esses herbicidas afetam o crescimento das plantas de maneira similar à auxina natural das plantas (AIA), no entanto, são mais persistentes e mais ativos.

Auxinas são reguladores de crescimento vegetal que interferem na alongação celular, controlando a atividade de genes por meio de uma sequência de eventos. Inicialmente as auxinas ativam proteínas receptoras presentes na membrana celular. Posteriormente a aplicação de auxinas há acúmulo de cálcio no citoplasma, estímulo à produção de etileno e acidificação da parede celular.

A ação inicial do herbicida envolve o metabolismo de ácidos nucléicos e a plasticidade da parede celular. Ele acidifica a parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons da ATPase, ligada a membrana celular.

A redução no pH apoplástico induz à alongação celular pelo aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pelo afrouxamento celular. Baixas concentrações desse herbicida também estimulam a RNA polimerase, resultando em aumentos subsequentes de RNA, DNA e biossíntese de proteínas. Aumentos anormais nesses processos levam à síntese de auxina e giberelina, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerado e desordenado nas partes novas nas plantas, ativando seu metabolismo e levando ao seu esgotamento. Por outro lado, em concentrações mais altas, esses herbicidas inibem a divisão celular e o crescimento, geralmente nas regiões meristemáticas, as quais acumulam tanto assimilados provenientes da fotossíntese quanto o herbicida transportado pelo floema. Eles estimulam a liberação de etileno, podendo produzir sintomas característicos de epinastia associado à exposição deste herbicida (SENSEMAN, 2007).

Os efeitos iniciais de retardamento do crescimento são causados por etileno induzido por auxina, que provoca um aumento na Biossíntese de Ácido Abscísico – ABA (GROSSMANN et al., 1996; HANSEN; GROSSMANN, 2000). Posteriormente, o ABA é distribuído dentro da planta e inibe o crescimento por fechamento estomático, o que restringe a assimilação de carbono e produção de biomassa (SCHELTRUP; GROSSMANN, 1995; GROSSMANN, 2000; HANSEN; GROSSMANN, 2000). O ABA também dificulta a atividade enzimática fotossintética e divisão e expansão celular (TREWAVAS; JONES, 1991), além de promover a senescência foliar (TAIZ; ZEIGER, 2004). O etileno junto com seu co-produto biossintético cianeto, o ABA, colaboram para o efeito dos herbicidas mimetizadores de auxina nas dicotiledôneas susceptível, principalmente na indução de morte celular (GROSSMANN, 2000).

## 2.4 SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS À CULTURA

A seletividade aos herbicidas é outro ponto importante na escolha dos produtos para a cultura de inverno (HARTWIG et al., 2008). Essa característica pode ser proporcionada de diferentes formas, como por exemplo: época de aplicação, posicionamento do produto em relação às sementes das culturas ou características genéticas das espécies (VARGAS; FLECK, 1999).

As altas doses do produto, associadas ao uso de maneira indevida, assim como as condições ambientais desfavoráveis, podem levar a sintomas de fitotoxicidade na cultura, afetando negativamente o crescimento das plantas e seu desempenho final (SALVAGIOTTI; CASTELLARÍN; PEDROL, 2001).

Trabalhos de pesquisa indicam que tanto as plantas daninhas como as cultivadas apresentam variabilidade no grau de tolerância a determinados herbicidas (VARGAS; FLECK, 1999; RAJGURU et al., 2005; DAL MAGRO, 2006; CONCENÇO et al., 2007; FONTANA et al., 2007a, 2007b).

O mecanismo mais comum de tolerância das culturas aos herbicidas inibidores da ALS é a capacidade da planta de metabolizar a molécula herbicida (SWEESTER; SCHOW; HUTCHISON, 1982). Entre as reações metabólicas mais comuns envolvidas na seletividade de culturas aos inibidores da ALS estão a hidroxilação do anel aromático, a hidroxilação alifática, a desalquilação, a desesterificação e a conjugação. A enzima citocromo P-450 monooxigenase muitas vezes está associada com reações de hidroxilação das moléculas de herbicida (VIDAL, 2002).

No caso dos herbicidas de auxinas, as gramíneas são em grande parte tolerantes a estes herbicidas, cuja tolerância é determinada por um somatório de fatores: a penetração nessas plantas é muito baixa e a sua translocação pelo floema é limitada devido às estruturas anatômicas como nós e meristemas intercalares, os quais favorecem reações de conjugação.

## 2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

A produção final da cultura é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas. A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, entre os quais a adubação nitrogenada mostra-se importante na definição da produtividade (ZAGONEL et al., 2002).

O objeto principal da adubação nitrogenada é completar as exigências adequadas de nitrogênio pelas culturas não supridas pelo nitrogênio inorgânico do solo ou pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FREITAS et al., 1994).

O nitrogênio é o único entre os nutrientes minerais que pode ser absorvido pelas plantas tanto na forma de ânion ( $\text{NO}_3^-$ ), como na de cátion ( $\text{NH}_4^+$ ). Contudo, devido à instabilidade das bactérias, que oxidam rapidamente o amônio em nitrato nos solos bem arejados, o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é a forma predominantemente absorvida pelas plantas (FORNASIERI FILHO, 2008). Ele é essencial para as plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER, 1994).

As fontes de nitrogênio para as culturas podem ser tanto na forma nítrica ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ), amoniacal [ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ], nítrico-amoniacal ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) e amídica (uréia) (MIELNICZUK, 1982). Entre essas, a uréia é a mais utilizada, sendo a mais concentrada (45% de N) e de menor custo. O sulfato de amônio, apesar de ser menos concentrado (21% de N), e de maior custo, tem algumas vantagens como o fornecimento adicional de enxofre. O nitrato de amônio é menos utilizado do que os anteriores, possuindo uma concentração de N intermediária entre o sulfato de amônio e a uréia (32% de N), tendo custo mais elevado, porém seu uso pode ser interessante em alguns casos de aplicação superficial (YANO; TAKAHASHI; WATANABE, 2005.).

As poáceas, como o trigo, apresentam em sua constituição cerca de 2,9% de N na planta inteira e 2% nos grãos (CANTARELLA, 2007) e, por não se beneficiarem da fixação biológica de nitrogênio na mesma proporção que outras plantas como as fabáceas, precisam obter praticamente todo o N do solo e dos

fertilizantes.

Independente dos vários fertilizantes nitrogenados na aplicação em cobertura na cultura do trigo, Peruzzo, Siqueira e Wiethölter (1994), ao compararem a eficiência agronômica, não observaram diferenças no rendimento de grãos entre as fontes de nitrogênio uréia, nitrato de amônia e sulfato de amônia.

Já em 2000, os mesmos autores obtiveram incrementos significativos no rendimento de grãos com aplicação de N em cobertura no estágio de afilhamento dos cereais de inverno. A aplicação de N no momento adequado pode aumentar sua eficiência de uso pela cultura do trigo e alterar o rendimento de grãos por meio de estímulos aos componentes do rendimento (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001).

Esse aumento na produtividade pode ser devido aos múltiplos papéis do nitrogênio na planta (SORATTO, 2007). A aplicação de N em estágio precoce propicia a obtenção de maior produtividade de trigo e maior participação dos afilhos no rendimento de grãos, independentemente das características genéticas, morfológicas e fenológicas da cultivar (SANGOI et al., 2007).

Entretanto, essa eficiência da utilização de N pela planta pode ser influenciada pelo cultivar, podendo diferir pela qualidade do cultivo de sementes, ciclo de cultura e produção (MARTINI JÚNIOR, FERREIRA e MOREIRA, 2011).

Nakayama (1983), realizando experimento com diferentes doses e épocas de aplicação de N em cobertura no trigo, não verificou diferenças significativas na produção, peso hectolitro e peso de mil grãos. Dados semelhantes foram obtidos por Costa, Zucareli e Riede (2013) e Bazzo (2016), não apresentando efeito no ciclo da cultura, grau de acamamento, peso hectolitro, massa de 1.000 grãos e os componentes de rendimento dos genótipos.

Acorssi e Ferreira (2009), investigando o comportamento do cultivo de trigo CD 104 com aplicação de N realizada antes do perfilhamento, verificaram que a adubação nitrogenada promoveu maior rendimento de grãos e número de grãos por espiga, porém não houve efeito significativo na massa de 1.000 grãos e no peso hectolitro. Esse incremento das doses de N em cobertura pode favorecer a massa seca da folha bandeira, o número de espigas  $m^{-2}$  e a produtividade, porém reduz o peso do hectolitro (PRANDO et al., 2012a).

O período crítico de suprimento de N em trigo vai da emergência até a emissão da 7ª folha. Nos estágios iniciais desse período, o N é necessário para

potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e, em consequência, o número de grãos por espigas. Nos estágios finais do período, o N é crítico para determinar o número de colmos por área (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001).

O fornecimento de N para as plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido (BRAZ et al.,2006). No período compreendido entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, os componentes do rendimento, como o número de espigas por área e o número de espiguetas por espigas, sofrem forte influência pela variação do momento em que o N é fornecido (FRANK; BAUER, 1996).

Em cereais, as sínteses de proteínas e de amido competem por fotossintetizados durante o período de enchimento de grãos e, quando a necessidade de N para o rendimento é satisfeita, o N é usado para aumentar a concentração de proteínas. Desta forma, em carência de N, os fotossintetizados que seriam convertidos em proteínas são usados na síntese de carboidratos (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2004).

A deficiência de nitrogênio pode reduzir a evapotranspiração e a eficiência do uso da água na cultura do trigo (NIELSEN; HALVORSON, 1991). Também pode afetar a interceptação da radiação, diminuindo a eficiência do uso da radiação (ABBATE; ANDRADE; CULOT, 1995). Caviglia e Sadras (2001) verificaram, em trigo, que a deficiência de nitrogênio limitar a interceptação da luz devido à redução no índice de área foliar, parcialmente associada à diminuição do número de perfilhamento, causando perdas na eficiência de uso da radiação solar.

O aumento da produção de grãos de trigo com a adubação nitrogenada foi associado ao aumento da biomassa. Assim, qualquer fator que altere a eficiência de uso da radiação solar pode influenciar a produção de grãos de trigo. Por isso a importância de ser considerada a interação da aplicação dos herbicidas com a adubação nitrogenada, pois a necessidade de ambos os manejos ocorrem no mesmo momento no sistema de produção.

Para aproveitar melhor o nitrogênio é recomendado o parcelamento da dose, aplicando-se parte na semeadura e parte em cobertura no final do perfilhamento (IAPAR, 1999). Esse parcelamento da adubação nitrogenada proporciona maior eficiência na assimilação do nutriente pela cultura, diminuindo as perdas por lixiviação em anos chuvosos e por volatilização em anos secos (MUNDSTOCK, 1999).

A dose de nitrogênio utilizada baseia-se na estatura das plantas e na fertilidade do solo, sendo utilizados de modo geral 30 a 60kg/ha do nutriente (COSTA;OLIVEIRA, 1998). Entretanto, algumas cultivares podem responder a até 120kg/ha de nitrogênio (FREITAS et al., 1995; VIEIRA; FORNASIERI FILHO; MINOHARA, 1995). Essa variação de doses utilizadas na cultura do trigo pode influenciar positivamente os teores de N foliar e de clorofila, e pode aumentar o número de espigas por metro quadrado, porém o aumento das doses de N pode causar a redução da massa de 1000 grãos e do peso hectolitro (TEIXEIRA FILHO et al., 2010). Piekielek e Fox (1992) constataram que o teor de clorofila da folha correlaciona-se positivamente com a produtividade das culturas.

Peres e Suhet (1986) apresentaram diferentes respostas do trigo ao nitrogênio, principalmente em relação às variações na fertilidade do solo, clima, cultivares e nas práticas culturais. Altas densidades de plantas e elevadas doses de nitrogênio são fatores importantes para o aumento da produtividade. Porém, conforme Zagonel et al. (2002), a utilização de elevadas doses pode resultar no acamamento da cultura, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos.

As cultivares diferem na sua capacidade de emissão de afilhos, no seu ciclo, na arquitetura de planta e no potencial produtivo. Essas diferenças podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão do nitrogênio à produção de grãos (SANGOI et al., 2007).

A adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo também tem influência positiva sobre o crescimento e a emergência de plantas daninhas (FAWCET; SLIFE, 1978; AMANUEL; TANNER,1991; PETERSON;NALEWAJA, 1992). Ademais, o fertilizante pode aumentar a densidade e a biomassa das plantas daninhas (CARLSON; HILL, 1986). Resultados semelhantes foram obtidos por Vincensi (2011): a adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão influenciou significativamente a produção de massa seca pelas plantas daninhas.

Procópio et al. (2004), analisando a absorção e utilização de nitrogênio nas culturas da soja, feijão e das plantas daninhas, verificaram que o fornecimento de N favoreceu mais as espécies de plantas daninhas não pertencentes à leguminosas do que as culturas da soja e do feijão. Por outro lado, de acordo com Shafiq et al. (1994), aplicações de N podem reduzir a pressão de competição das plantas daninhas com determinadas culturas, por incrementar o

crescimento.

Teyker, Hoelzer e Liebl (1991) constataram que plantas de *Amaranthus retroflexus* acumularam 2,5 vezes mais N em relação a cultura do milho, quando altos níveis de N eram fornecidos. Lindquist, Evans e Shapiro (2010) consideraram que, na competição com plantas daninhas e a cultura de milho, o nitrogênio foi o fator mais importante para reduções de produtividade.

De acordo com as afirmações acima, o fornecimento de N pode favorecer as plantas daninhas em detrimento das culturas, ou seja, um manejo inadequado desse nutriente pode agravar o problema da matocompetição diante das culturas. Assim se justifica a importância do estudo de interação na cultura do trigo ao realizar os manejos de controle de plantas daninhas e a adubação nitrogenada em cobertura simultaneamente.

## 2.6 QUALIDADE DA SEMENTE DE TRIGO

Os benefícios da adubação nitrogenada podem ir além do aumento de produtividade, pois também estão associados à qualidade fisiológica das sementes. Efeitos positivos sobre a qualidade fisiológica das sementes foram relatados para outras gramíneas, como milho (IMOLESI et al., 2001; BONO et al., 2008).

A disponibilidade de nutrientes interfere na formação e composição das sementes, afetando o seu metabolismo e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Dentre os nutrientes, o nitrogênio destaca-se pela participação na constituição de proteínas e em funções metabólicas essenciais para a planta.

Um dos componentes relacionados à qualidade da semente, a condutividade elétrica, associada ao teor de nitrogênio, apresenta comportamento crescente em função do aumento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, podendo estar relacionada ao maior acúmulo de nutrientes e a redução na massa da semente, concentrando mais proteína na semente (PRANDO et al., 2012b).

A germinação é um processo biológico que envolve inúmeras reações químicas, dependentes de condições ambientais favoráveis (ZEPKA, 2007). Embora a germinação possa acontecer dentro de limites de temperatura bastantes amplos, cada espécie possui uma faixa de temperatura ideal do solo para germinar (ZIMMER, 2012). Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a

temperatura ideal para a germinação do trigo é de 20°C.

O teste de germinação determina o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, que poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor da semente para a semeadura (TILLMANN;MENEZES, 2012). Warraich et al. (2002) relataram a aplicação de nitrogênio em cobertura melhora a qualidade e o vigor de sementes de trigo, além de elevar o percentual de germinação.

Entretanto, Cícero, Toledo e Campos (1979), verificaram que esse manejo de cobertura no milho não resultou em maior vigor das sementes, apesar do aumento de produtividade alcançada. Calarota e Carvalho (1984) verificaram em girassol, a adubação em cobertura aumentou a velocidade de germinação das sementes. Já Sader (1987) observou a influência sobre o vigor das sementes, comprimento da raiz primária e hipocótilo, matéria seca de plântulas e no teste de envelhecimento rápido, entretanto, os níveis de N não influenciaram a germinação, índice de velocidade de emergência e a emergência no campo.

## REFERÊNCIAS

ABBATE, P. E.; ANDRADE, F. H.; CULOT, J. F. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.124, n.3, p.351-360, 1995.

ACORSSI, E. E.; FERREIRA, D. T. L. Resposta produtiva da cultura do trigo na cultivar CD 104 submetida a diferentes dosagens de adubação nitrogenada aplicada em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 2, p. 165-173, 2009.

AGOSTINETTO, et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p.393-400. 2001.

AMANUEL, G.; TANNER, D. G. The effect of crop rotation in two wheat crop production zones of southeastern Ethiopia. **AGRIS**, Etiópia.p. 491-496. 1991.

ARAÚJO, A. A. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul**: Agrostologia Riograndense. Porto Alegre: Sulina, p.255, 1971.

BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Elsevier**, v. 67, n. 2, p.149-160, jul. 2000.

BAZZO, J. H. B. et al. Wheat production performance in response to nitrogen side dressing and molybdenum leaf application. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 2963-2976, set./out. 2016.

BENIN, G. et al. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 357-365, ago. 2005.

BONO, J. et al. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, p.399, 2009.

BRAZ, A., J., B., P. et al. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, mar./abr., 2006

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001.

BRIGHENTI, A. M. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

CALAROTA, N.E.; CARVALHO, N.M. Efeitos da adubação nitrogenada sobre os conteúdos de óleo e proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 41-48, 1984.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

CARLSON, H. L.; HILL, J.E. Wild oats (*Avena fatua*) competition with spring wheat: effects of nitrogen fertilization. **Weeds Sciences**, Lawrence, v. 34, n. 1, p. 29-33. 1986.

CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I - cultivar iac-11. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.317-322, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: **FUNEP**, 2000. 588 p.

CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water and radiation-use efficiency of wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.69, n. 1, p.259-266, mar. 2001.

CENCI., S.; ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Períodos de convivência entre o trigo e plantas daninhas combinados a regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v.12, n.2, p.124-130, mai./ago. 2013.

CÍCERO, S.M.; TOLEDO, F.F.; CAMPOS, H. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção, a germinação e o vigor das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 1, p. 13-23, 1979.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: Safra 2016**. Brasília, CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

CONCENÇO, G. et. al. Sensibilidade de plantas de arroz ao herbicida bispyribac-sodium em função de doses e locais de aplicação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 629-637, jul./set. 2007.

COSTA, J.M.; OLIVEIRA, E.F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Campo Mourão: COAMO/CODETEC, 1998.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 215-224, 2013.

DAL MAGRO, T. Suscetibilidade de cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa*) à deriva simulada do herbicida imazethapyr + imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 751-759, out./dec. 2006.

DEVINE, M. D.; BANDEEN, J. D.; MCKERSEI, B. D. Temperature effects on glyphosate absorption, translocation and distribution in quakgrass (*Agropyron repens*). **Weed Science**, Lawrence, v. 31, n. 4, p. 461-464, jul. 1983.

DURIGAN, J.C.; VICTÓRIA FILHO, R. Comportamento de baixas doses de herbicidas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Efeitos sobre o controle das plantas infestantes e parâmetros de produção da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v.6, n.1, p.39-50, 1983.

EVANS, S. P. et. al. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 1, p. 408-417, mai./jun. 2003.

FAWCET, R.S.; SLIFE, F.W. Effects of field applications of nitrate on weed seed germination and dormancy. **Weed Science**, Lawrence, v. 26, n. 6, p. 594-596, nov.1978.

FERNANDES, M. I. B. M. **Genética e novas biotecnologias no melhoramento de trigo**. 2000. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do04\\_1.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do04_1.htm)> Acesso em: 22 jul. 2015.

FONTANA, L. C. et al. Controle de arroz-vermelho (*Oryza sp.*) com o herbicida nicossulfuron ou a mistura formulada de imazethapyr + imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 783-790, out./dez. 2007a.

FONTANA, L. C. et al. Tolerância de cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa*) ao herbicida nicossulfuron e à mistura formulada de imazethapyr + imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 791-798, out./dez. 2007b.

FORNAROLLI, D. A.; RODRIGUES, B. N.; CHENATA, A. N. Influência do horário de aplicação no comportamento de atrazine e misturas aplicadas em pós-emergência na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 119-130, abr. 1999.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 338 p.

FRANCESCHINI, L. et al. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1624-1631, ago. 2009.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen and carbon dioxide effects on spring wheat development and spikelet numbers. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 3, p. 659-665, jun.1996.

FREITAS, J. G.F. et al. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.229-234, 1995.

FREITAS, J.G. F. et al. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 281-290, out. 1994.

GAZZIERO, D. L. P. **Efeito de três herbicidas pós emergentes aplicados em diferentes horas do dia sobre ervas daninhas e plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1980. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,1980.

GEIER, P.W.; STHALMAN, P. W.; PETERSON, D. E.; CLAASSEN, M.M. Pyroxsulam compared with competitive standards for efficacy in winter wheat. **Weed Technology**, [S. I.], v.25, n.3, p. 316-321, set. 2011.

GRICHAR, W.J. Weed control and grain sorghum tolerance to flumioxazin. **Crop Prot**, [S. l.]. v. 25, n. 2, p. 174–177, fev. 2006.

GROSSMANN, K. et. al. Induction of abscisic acid is a common effect of auxin herbicides in susceptible plants. **Journal of Plant Physiology**, [S. l.], v.149, n. 3, p.475-478, 1996.

GROSSMANN, K. Mode of action of auxinic herbicides: a new ending to a long, drawn out story. **Trends Plant Sci.**, v.5, n.12, p.506-8, dec. 2000.

HANSEN, H.; GROSSMANN, K. Auxin-induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. **Plant Physiol.**, v.124, n. 3, p.1437– 1448, nov. 2000.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy, 1994.

HARTWIG, I. et. al. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena sp.*) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (als). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 361-368, jun. 2008.

HESS, F. D.; FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, v. 38, n. 3, p. 280-288, maio 1990.

HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (HRAC). 2017. Disponível em:<<http://hracglobal.com/>> Acesso em: 04 mar.2017

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná - 1999. Londrina, Circular 106, 1999. p. 148

IMOLESI, A.S. et al. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1119-1126, set./out. 2001.

IQBAL, J.; WRIGHT, D. Effects of weed competition on flag leaf photosynthesis and grain yield of spring wheat. **Weed Research**, Cambridge, v. 132, n.1, p.23-30, fev. 1999.

KARAM, D., OLIVEIRA, M.F. de, SILVA, A.F. da. Controle de plantas daninhas. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G– **Tecnologia Qualidade Embrapa**. p. 50-52, 2002.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Relação entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.379-383, mar./abr. 2004.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

LAMEGO, F.P.; REINEHR, M.; CUTTI, L. Alterações morfológicas de plântulas de trigo, azevém e nabo quando em competição nos estádios iniciais de crescimento. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p.13-22, mar. 2015

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.106-113, abr. 2006.

LINDQUIST, J. L.; EVANS, S. P.; SHAPIRO, C. A. Effect of Nitrogen Addition and Weed Interference on Soil Nitrogen and Corn Nitrogen Nutrition. **Weed Technology**, [S. I.], v.24, n.1, p.50-58, jan./mar. 2010.

MAPA, Ministério da Agricultura. **Culturas**: Trigo. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/trigo>> Acesso em: 04 mar.2017.

MAROCHI, A.I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SEMEADURA DIRETA EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais ...** Castro: Fundação A.B.C, p.208- 227,1993.

MARTINI JUNIOR, P. C.; FERREIRA, D. T. L.; MOREIRA, G. C. Características agrônômicas da cultivar de trigo cd 114 submetido à aplicação nitrogenada em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n. 3, p. 158-172, 2011.

MEROTTO JUNIOR, A.; FISCHER, A. J.; VIDAL, R. A. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p.407-419, abr./jun. 2009.

MEROTTO JUNIOR, A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p.9-16, abr. 2002.

MIELNICZUK, J. Adubação nitrogenada. In: OSORIO, E. A. **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1982.

MONTAZERI, M., ZAND, E., BAGHESTANI, M.A. Weeds and their control in wheat fields of Iran. **Agricultural Research and Education Organization Press**, Tehran. 2005.

MORI, C. et. al. Avaliação de impactos econômicos sociais e ambientais de algumas tecnologias geradas pela Embrapa Trigo. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, dez. 2007.

MORI, C., IGNACZAK, J. C. Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil: bases para competição competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.41-76, 2011.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228 p.

NAKAYAMA, L. H. I.; FABRICIO, A. D.; SANTOS, R. F. Efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, 1983, Brasília. **Anais...** Dourados: Embrapa-UEPAE, 1983. p.170-174.

NIELSEN, D. C., HALVORSON, A. D. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.6, p.1065-1070, nov./dez. 1991.

OLESEN, J.E. et. al. Simulation of above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. **Field Crops Research**, [S. l.], v. 89, n. 2-3, p. 263–280, out. 2004.

PAPA, C. J. et al. Efecto del herbicida metsulfurón metil sobre el rendimiento de un cultivo de trigo pan. **Revista Para Mejorar la Producción**, [S. l.], v.28, n.1, p.56-58, 2005.

PENCKOWSKI, L.H.; PODOLAN, M. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.3, p.435-442, dec. 2003.

PERES, J. R. R.; SUHET, A. R. Adubação nitrogenada no Planalto Central. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1986, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, p.221-242, 1986.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F.; WIETHÖLTER, S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados para a cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.7, p.1027-1034, jul. 1994.

PETERSON, D.E.; NALEWAJA, J.D. Environment influence green foxtile (*Setaria viridis*) competition with wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 607-610, jul./set. 1992.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, [S. l.], v.84, n. 1, p.59-65, fev. 1992.

PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Uruguiana, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

POWLES, S.B. et. al. Herbicide resistance: impact and management. **Advances in Agronomy**, [S. l.], v. 58, p.57-93. 1996.

PRANDO, A.M. et al. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico de genótipos de trigo Semina. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 621-632, abr. 2012a.

PRANDO, A.M. et al. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012b.

PROCÓPIO, S. O. et al. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n.2, p. 211-216, jun. 2004.

RAJCAN, I.; SWANTON, C.L. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, Lawrence, v. 52, n. 5, p. 774–778, set./ out. 2004.

RAJGURU, S. N. et. al. Mutations in the red rice ALS gene associated with resistance to imazethapyr. **Weed Science**, Lawrence, v. 53, n. 5, p. 567-577, set./out. 2005.

ROMAN, E.S. et. al. **Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, p.159, 2007.

SADER, R. Efeitos da adubação nitrogenada na qualidade de sementes de girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., 1987, Gramado. **Anais...**Brasília: ABRATES, 1987. p.2.

SALVAGIOTTI, F.; CASTELLARÍN, J.M.; PEDROL, H. M. Efecto de la sobre dosis de metsulfurón metil sobre el cultivo de trigo con diferentes niveles de fertilidad. **Revista Para Mejorar la Producción**,[S. l.], n.16, p.53-55, 2001.

SANGOI, L. et al. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1564-1570, nov./dez. 2007.

SCHEEREN, P. L. Trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R.; TROMBINI, M. F. **Trigo no Mercosul**: coletânea de artigos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 122-133, 1999.

SCHELTRUP, F.; GROSSMANN, K. Abscisic acid is a causative factor in the mode of action of the auxinic herbicide quinmerac in cleaver (*Galium aparine* L.). **Journal of Plant Physiology**, [S. l.], v.147, n. 1, p.118-26, 1995.

SENSEMAN, S.A. Herbicide Handbook. 10. ed. Lawrence: **Weed Science Society of America**, 2007.

SHAFIQ, M. et al. Crop yields and nutrient uptake by rainfed wheat and mungbean as affected by tillage, fertilization, and weeding. **Journal of Plant Nutrition**,[S. l.], v.17, n. 4, 1994.

SILVA, M.R.M.; DURIGAN, J.C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.685-694, dec. 2006.

SKUTERUD, R. et. al. Effect of herbicides applies at diferent times of the day. **Crop Prot.**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 41-46, fev. 1998.

SORATTO, R. P. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do painço (*Panicum miliaceum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1661-1667, nov./dez. 2007.

SOUFIZADEH, S.; ZAND, E. Influence of weed interference on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield, nitrogen use efficiency and grain protein content. In: PROCEEDINGS FOURTH INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, 4. 2004, Durban. **Anais...** Arkansas: IWSS, 2004.

SWEESTER, P. B.; SCHOW, G. S.; HUTCHISON, J. M. Metabolism of chlorulfuron by plants: Biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. **Pestic. Biochem. Physiol.**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 18-23, 1982.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Respostas à luz: movimentos estomáticos e morfogênese. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 505-526.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. et al. Análise econômica da adubação nitrogenada em trigo irrigado sob plantio direto no cerrado. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 446-443, jul./ago. 2010.

TEYKER, R. H.; HOELZER, H. D.; LIEBL, R. A. Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. **Plant Soil**, v. 135, n. 2, p. 287-292, ago. 1991.

TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Análise de sementes. In: \_\_\_\_\_. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2012.

TREWAVAS, A.J.; JONES, H.G. An assessment of the role of ABA in plant development. In: DAVIES, W.J.; JONES, H.G. (Eds.). **Abscisic acid**. Oxford: BIOS Scientific Publishers, 1991. p.169–88.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **World agricultural production**, 2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal>> Acesso em: 04 mar. 2017

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F. I.F.; OLIVEIRA, A. C. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afillhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, supl. 1, p.1207-1218, out. 2009.

VARGAS, L.; FLECK, N. G. Seletividade de herbicidas do grupo químico das ariloxifenoxipropionatos a cereais de inverno. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 41-51, abr. 1999.

VARGAS, L; ROMAN, E.S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v.4, n.3, p.1-10, 2005.

VELINI, E. D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., Dourados. Anais... Dourados: CPAO, p. 29-41. 1997.

VICTORIA FILHO, R. Fatores que influenciam a absorção foliar dos herbicidas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 31-37, 1985.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A. Inicialismo. In: VIDAL, R. (Ed). **Interação negativa entre plantas**: inicialismo, alelopatia e competição. Porto Alegre: Evangraf, p. 33-49. 2010.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: EVANGRAF, p.89, 2002.  
**Herbicidas**: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Palotti, p.165, 1997.

VIDAL, R.A.; MEROTTO JUNIOR, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Editores, p.152, 2001.

VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, [S. l.], v.23, n.2, p.257-264, 1995.

VINCENSI, M.M. **Produtividade e potencial fisiológico de sementes de feijão em função do manejo de cobertura do solo e nitrogênio**. 2011. 53fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Aquidauana, 2011

WARRAICH, E. A. et al. Effect of Nitrogen on Grain Quality and Vigour in Wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Agriculture and Biology**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 517-520, 2002

WELLS, G.S. Pyroxsulam for broad-spectrum weed control in wheat. In: AUSTRALIAN WEEDS CONFERENCE PROCEEDINGS: WEED MANAGEMENT

2008 HOT TOPICS IN THE TROPICS, 16.,2008, Queensland. **Anais...Queensland: QPIF**, 2008.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, T. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, abr./jun. 2005.

ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. 2002. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, fev. 2002.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11,n.1,p.10-30, 2004.

ZEPKA, A. P. S. **Germinação, vigor de sementes e crescimento de plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a diferentes doses de pendimethalin.**2007. 62fls. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Animal)– Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2007.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da qualidade da semente. In: PESKE; S. T.; ROSENAL, M. D. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.**3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2012.573 p.

### 3 ARTIGO: INTERFERÊNCIA DE HERBICIDAS E A ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO.

#### 3.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo - A influência da competição entre plantas por recursos essenciais impacta diretamente os fatores de produção da cultura. Por outro lado a busca por altos rendimentos e qualidade fisiológica das sementes estão diretamente relacionados as condições ambientais e a nutrição das plantas entre elas a adubação nitrogenada de cobertura. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação do manejo de plantas daninhas e a adubação nitrogenada de cobertura sobre o desempenho produtivo e a qualidade fisiológica de sementes do trigo. O experimento foi conduzido em três localidades no estado do Paraná: Braganey, Tamarana e Londrina, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições, utilizando a cultivar gralha azul. Os tratamentos foram estabelecidos em uma combinação de herbicidas e doses de nitrogênio, realizados aos 25 dias após a aplicação (DAA), quando as plantas de trigo estavam na fase de perfilhamento (estádio fenológico 2, escala de Feekes). Os tratamentos herbicidas (g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram: halauxifen-metil+pyroxsulam (22,2), fluroxipyr (300), pyroxsulam (18) + óleo vegetal (0,5 L.ha<sup>-1</sup>), a associação de fluroxipyr e pyroxsulam (300 + 18), + óleo vegetal (0,5 L.ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha absoluta. A adubação nitrogenada de cobertura foi utilizada a lanço, na forma de uréia (45% de N) nas dosagens de 0; 60; 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Não houve efeito sobre o desempenho produtivo sobre os fatores avaliados para qualidade fisiológica da semente. A seletividade obteve interação dos herbicidas e as diferentes localidades, independente do manejo de adubação de cobertura, demonstrando ser um sintoma transiente. As melhores eficácias de controle de plantas daninhas foram apresentadas pelos herbicidas halauxifen-metil+pyroxsulam e fluroxipyr associado a pyroxsulam, sendo dependente das plantas daninhas presentes na área.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Componentes de rendimento. Herbicidas. Seletividade. Nitrogênio

## INTERACTION OF HERBICIDES AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF WHEAT SEEDS.

### ABSTRACT

The influence of competition between plants for essential resources directly affects quantitative and qualitative factors of crop production. On the other hand, the quest for both high yields and physiological quality of the wheat is directly related to the effects of the nitrogen fertilization of the crop. The objective of this research was to evaluate the interaction between weed management and nitrogen fertilization on the yield and the physiological quality of wheat seeds. The experiment was conducted in three locations in Paraná State: Braganey, Tamarana and Londrina. Field research was designed as a randomized block design, in a 5 x 3 factorial scheme, with four replications, using the Gralha Azul wheat cultivar. The treatments were established in a combination of herbicides rates and nitrogen fertilization performed at 25 days after application (DAA), in the tillering phase (phenological stage 2, Feekes scale). The herbicides treatments (g a.i. ha<sup>-1</sup>), were: halauxifen-methyl + pyroxsulam (22.2), fluroxipyr (300), pyroxsulam (18) + vegetable oil (0.5 L.ha<sup>-1</sup>) and the association of fluroxipyr and pyroxsulam (300 + 18), + vegetable oil (0.5 L.ha<sup>-1</sup>) and an untreated. Nitrogen broadcast fertilization was used as urea (45% N) in the dosages of 0; 60; 90 kg N ha<sup>-1</sup>. There was no effect on the productive performance on the factors evaluated for the physiological seed quality. For selectivity it was observed an interaction between herbicides and locations, regardless of the fertilizer management, proving to be a transient symptom. The best weed control efficiencies were presented by the herbicides halauxifen-methyl+pyroxsulam and fluroxipyr associated with pyroxsulam, being dependent on the weeds species present in the area.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. Yield components. Herbicides. Selectivity. Nitrogen

### 3.2 INTRODUÇÃO

Diversos fatores influenciam o desenvolvimento da cultura do trigo, dentre os quais se destaca a interferência imposta pelas plantas daninhas, verificado por meio da redução de produção e pela interferência no crescimento das plantas cultivadas, como respostas à competição pelos recursos disponíveis no ambiente (AGOSTINETTO et al., 2008).

Plantas que ocorrem no mesmo bioma estão sujeitas a diversas interações. Quanto maior a população da planta daninha infestante maior será a quantidade de indivíduos disputando os recursos do meio, como nutrientes, luz,

água e o espaço (PITELLI, 1985). Uma das mais importantes é a competição por radiação solar, por ser matéria-prima para a atividade metabólica das plantas (ZANINE; SANTOS, 2004).

A presença de plantas invasoras altera o crescimento da parte aérea da cultura, com o objetivo de melhorar a eficiência na obtenção da radiação luminosa e evitar o sombreamento (LAMEGO; REINEHR; CUTTI, 2015). Isso resulta na redução do diâmetro de caule e do acúmulo de biomassa na parte aérea e radicular, além da mudança na direção das folhas (RAJCAN; SWANTON, 2004).

Uma das principais transformações morfológicas verificadas nas plantas é o estiolamento do caule (MEROTTO JUNIOR. et al., 2002; MEROTTO JUNIOR; FISCHER; VIDAL, 2009), cujo o efeito pode ser entendido como um mecanismo de busca pela luz, de qualidade e quantidade suficientes para recompor o equilíbrio energético da planta (LAMEGO; REINEHR; CUTTI, 2015).

Por isso, a determinação do período de controle das plantas daninhas é fundamental para o sucesso na produtividade e também para a escolha do método de controle ideal, pois o grau de competição entre plantas daninhas e a cultura pode ser alterado em função do período em que estiver competindo por determinado recurso (BRIGHENTI et al., 2004). Os efeitos da interferência não apresentam recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas (KOZLOWSKI, 2002).

O manejo de plantas daninhas tem como objetivo reduzir as perdas de produção causadas pela interferência dessas infestantes, como também a redução das perdas indiretas na colheita, ocasionadas pelas impurezas, a diminuição do banco de sementes no solo e pela preservação do meio ambiente (KARAM; OLIVEIRA; SILVA, 2002).

Nesse contexto, os herbicidas são uma importante ferramenta, normalmente inibindo a atividade de uma enzima na célula e, conseqüentemente, desencadeando uma série de eventos que matam ou inibem o desenvolvimento da planta daninha (VIDAL, 1997).

Seu desempenho depende de diversos aspectos, como características físico-químicas, dose do produto, espécie a ser controlada, estágio de desenvolvimento e biologia da planta daninha, técnicas de aplicação e fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas (VICTORIA FILHO,

1985).

Os fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, ventos e o orvalho (VICTORIA FILHO, 1985), interagem diretamente, provocando diferenças nas condições da aplicação do herbicida (GAZZIERO, 1980; SKUTERUD et al., 1998).

Outro fator determinante do momento da aplicação em pós-emergência é o estágio das plantas daninhas: quando aplicado nas fases iniciais apresentará maior sensibilidade à ação dos herbicidas, e os tecidos jovens os absorvem com maior facilidade (MAROCHI, 1993).

Os herbicidas mais utilizados na cultura de cereais são os inibidores da enzima acetolactato sintase-ALS e os auxínicos. Os herbicidas ALS são sistêmicos, absorvidos pelas folhas e raízes das plantas, transportados tanto pelo floema como pelo xilema. Após a absorção nas regiões mais novas da planta, onde apresenta maior sensibilidade, transloca-se para os tecidos meristemáticos, causando clorose e completa inibição do crescimento das principais espécies invasoras na cultura do trigo (GEIER et al., 2011). Os herbicidas auxínicos afetam o crescimento das plantas de maneira similar a auxina (AIA), no entanto, são mais persistentes e mais ativos (ROMAN et al., 2007).

Importante ponto para a escolha dos herbicidas é a seletividade para a cultura (HARTWIG et al., 2008). Essa característica pode ser proporcionada de diferentes formas, como, por exemplo: época de aplicação, posicionamento do produto em relação às sementes das culturas ou características genéticas das espécies (VARGAS; FLECK, 1999).

O mecanismo mais comum de tolerância das culturas aos herbicidas inibidores da ALS é a capacidade da planta de metabolizar a molécula herbicida (SWEESTER; SCHOW; HUTCHISON, 1982). Entre as reações metabólicas mais comuns, envolvidas na seletividade de culturas aos inibidores da ALS, estão a hidroxilação do anel aromático, a hidroxilação alifática, a desalquilação, a desesterificação e a conjugação (VIDAL, 2002).

Nos herbicidas mimetizadores de auxinas, as gramíneas são em grande parte tolerantes, característica determinada por um somatório de fatores: a penetração nessas plantas é muito baixa e a sua translocação pelo floema é limitada por causa das estruturas anatômicas como nós e meristemas intercalar, os quais

favorecem reações de conjugação (ROMAN et al., 2007).

A adubação nitrogenada em cobertura é outra prática muito utilizada na cultura do trigo, devido ao aumento de cultivares de alto potencial produtivo (ZAGONEL et al., 2002), visando complementar as exigências de nitrogênio pelas culturas não supridas pelo nitrogênio inorgânico do solo ou pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FREITAS et al., 1994).

O fornecimento de N para as plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido (BRAZ et al., 2006). No período compreendido entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, os componentes do rendimento, como o número de espigas por área e o número de espiguetas por espigas, sofrem forte influência pela variação do momento em que o N é fornecido (FRANK; BAUER, 1996).

Essa eficiência da utilização de N pela planta pode ser influenciada pela cultivar, podendo diferir pela qualidade do cultivo de sementes, ciclo de cultura e produção (MARTINI JUNIOR; FERREIRA; MOREIRA, 2011).

Entretanto a adubação nitrogenada em cobertura também tem influência positiva sobre o crescimento e a emergência de plantas daninhas (FAWCET; SLIFE, 1978; AMANUEL; TANNER, 1991; PETERSON; NALEWAJA, 1992). Ademais, o fertilizante pode aumentar a densidade e a biomassa das plantas daninhas (CARLSON; HILL, 1986). Resultados semelhantes foram obtidos por Vincensi (2011), na cultura do feijão, onde o nitrogênio influenciou significativamente a produção de massa seca das plantas daninhas.

Procópio et al. (2004), analisando a absorção e utilização de nitrogênio nas culturas da soja, feijão e das plantas daninhas, verificaram que o fornecimento de N favoreceu mais as espécies de plantas daninhas. Por outro lado, de acordo com Shafiq et al. (1994), aplicações de N podem reduzir a pressão de competição das plantas daninhas com determinadas culturas, por incrementar o crescimento.

Os benefícios da adubação nitrogenada podem ir além do aumento de produtividade, pois estão associados à qualidade fisiológica das sementes. Efeitos positivos foram relatados para outras gramíneas, como milho (IMOLESI et al., 2001; BONO et al., 2008).

A disponibilidade desse nutriente interfere na formação e

composição das sementes, afetando o seu metabolismo e vigor, devido à participação na constituição de proteínas e em funções metabólicas essenciais para a planta. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a interação do manejo de plantas daninhas e a adubação nitrogenada de cobertura sobre o desempenho produtivo e a qualidade fisiológica de sementes do trigo.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.3.1 Ensaio, Cultivar e Instalação do Experimento

O experimento foi conduzido em três municípios do estado do Paraná, em duas diferentes Macrorregiões Tritícolas (MRTs), que são divididas devido à grande diversidade de ambientes para a produção agrícola (CBPTT, 2014). Os municípios Tamarana e Braganey estão na MRT2, caracterizada pelo clima moderadamente quente, úmido e de altitudes elevadas, e Londrina na MRT3, caracterizada como uma região quente e moderadamente seca e de baixas altitudes.

Tamarana está localizada na região Norte do Paraná, na latitude de 23° 44' 18", longitude de 51° 07' 50" e altitude de 570 m. O solo da área é classificado como Latos solo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006) e o clima, segundo a classificação de Köppen, é Cfa clima subtropical úmido, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e no mês mais quente acima de 22°C, com verões relativamente quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas no verão, contudo, sem estação seca definida.

A área no município de Braganey apresenta nas coordenadas 24°53'45" latitude Sul e 53°06'46" longitude Oeste, com altitude de 750 m. O clima da região é temperado mesotérmico e super-úmido. O solo da região foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, substrato basalto e relevo suavemente ondulado.

A área de Londrina está localizada na fazenda experimental da EMBRAPA Soja, Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), que se encontra

em 23° 12' 08" Latitude Sul, 51° 10' 36" longitude Oeste e altitude de 570 m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2006) e o clima, segundo a classificação de Köppen, é Cfa clima subtropical úmido conforme já descrito acima.

A cultivar utilizada nas três localidades foi a BRS Gralha Azul, caracterizada pela sua alta força de glúten e tenacidade, sendo um trigo da classe Pão/Melhorador apto para um mercado cada vez mais exigente em farinha para a fabricação do tradicional pão "francês". Além de produtivo, o trigo BRS Gralha Azul apresenta estabilidade para qualidade industrial, boa resistência à germinação da espiga, garantindo a qualidade do grão e boa resistência a doenças. Também possui moderada resistência à ferrugem da folha, a oídio, a manchas foliares, ao vírus do mosaico e ao vírus do nanismo amarelo da cevada. As regiões de adaptação são: Santa Catarina (MRT 1 e 2), Paraná (MRT 1, 2 e 3), São Paulo (região 2) e Mato Grosso do Sul (região 3).

A cultivar possui ciclo médio de 124 dias e altura média de 83 cm, características que dependem das condições edafoclimáticas. Ela foi desenvolvida pela EMBRAPA em parceria com outras instituições, e lançada comercialmente no ano de 2012 (BASSOI, 2015).

### 3.3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

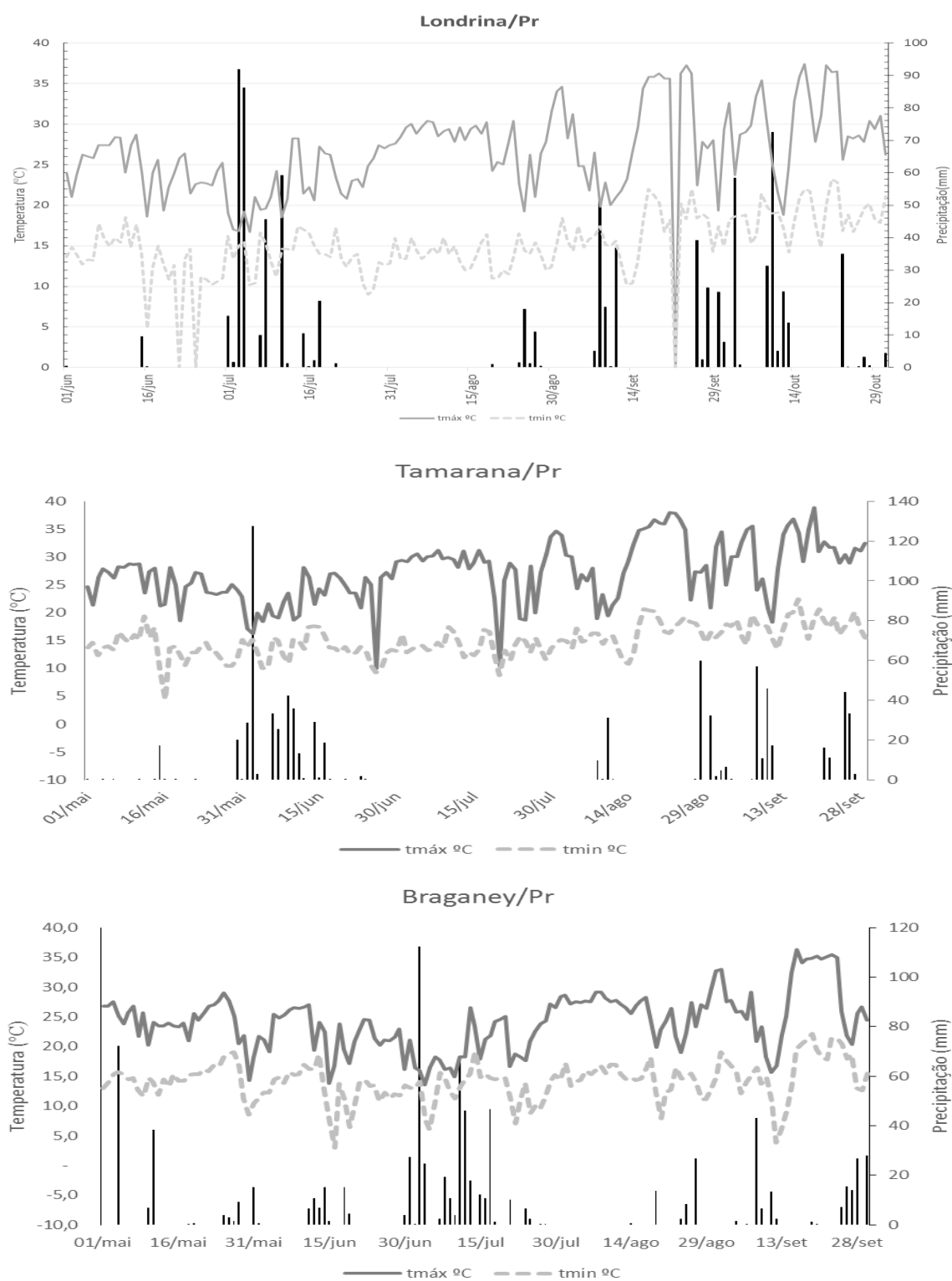
Os experimentos foram conduzidos a campo, durante o ano agrícola de 2015, com a semeadura das áreas no dia 01 de maio em Braganey, seguido de Tamarana no dia 02 de maio e terminando no dia 09 de junho em Londrina.

As análises químicas do solo das áreas de estudos foram determinadas na camada de 0 a 20 cm, apresentando as seguintes características para Braganey: pH (em H<sub>2</sub>O)= 5,60; P= 11,47 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>=115 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 1,89 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 0,28 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,00 cmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al= 3,11 cmolc dm<sup>-3</sup>; saturação de base (V)= 44% e matéria orgânica (MO)= 1,5 g kg<sup>-1</sup>. Em Tamarana os dados foram: pH (em H<sub>2</sub>O)= 5,57; P= 12,47 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>=119 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 5,78 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 1,21 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,00 cmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al= 4,39 cmolc dm<sup>-3</sup>; saturação de base (V)= 64% e matéria orgânica (MO)= 2,5 g kg<sup>-1</sup>. E para Londrina, obtivemos: pH (em H<sub>2</sub>O)= 5,11; P= 19,1 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>=124 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 5,4 cmolc

$\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 1,58 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{3+} = 0,00 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 4,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; saturação de base (V) = 63,4% e matéria orgânica (MO) =  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ .

Os tratos culturais foram efetuados de acordo com as indicações técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (FRONZA; CAMPOS; RIEDE, 2008). Os dados de temperaturas máxima e mínima diárias e precipitação durante o período de cultivo são apresentados na Figura 1.

**Figura 1** – Dados de temperatura e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina, Tamarana e Braganey - PR, 2015.



Os tratamentos foram estabelecidos considerando as doses dos herbicidas e a adubação nitrogenada, utilizando o delineamento experimental em

blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 3.

Os tratamentos herbicidas foram: halauxifen-metil+pyroxsulam (22,2 g i.a. ha<sup>-1</sup> + óleo vegetal 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, fluroxipyr (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>), pyroxsulam (18 g i.a. ha<sup>-1</sup>+ óleo vegetal 0,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>), a associação de fluroxipyr e pyroxsulam (300 g i.a./ha<sup>-1</sup> e 18 g i.a. ha<sup>-1</sup> + óleo vegetal 0,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha absoluta.

Nos experimentos de Braganey e Tamarana, as parcelas apresentaram área total de 15 m<sup>2</sup>, com 15 linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,2 m, com área útil de 6,4 m<sup>2</sup> composta pelas 8 linhas centrais de 4 m.

No experimento de Londrina, a parcela apresentou área total de 12 m<sup>2</sup>, com 10 linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,2 m, com área útil de 4,8 m<sup>2</sup> composta pelas 6 linhas centrais de 4 m.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência em todas as localidades, manualmente a lanço na fase de perfilhamento (estádio fenológico 2, escala de Feekes), na forma de uréia (45% de N) nas dosagens de 0; 60; 90 kg N ha<sup>-1</sup>.

Na sequência foi realizada a aplicação dos herbicidas com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> com pressão de 40 Lbpol<sup>-2</sup>, com barra de pulverização de quatro bicos AIXR 110 015 e volume de aplicação equivalente à 150 L ha<sup>-1</sup>, no momento da aplicação as temperaturas eram de 23, 20,7, 12,6 °C, umidade de 80, 93, 82 % e com ventos de 2,3, 1,9 e 2,0 km/h (Tamarana, Braganey e Londrina respectivamente).

### 3.3.3 Avaliações

As avaliações de controle foram feitas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação dos herbicidas, através da escala visual, em que 0% (zero) representa nenhum controle e 100% o controle total, conforme metodologia da SBCPD (1995).

Também foi utilizada a mesma metodologia para a análise de seletividade dos herbicidas para a cultura do trigo através da escala visual, em que 0% (zero) representa nenhum sintoma de injúria e 100% todas as plantas mortas.

O índice de clorofila foi determinado na folha bandeira, sem necessidade de arranquio das folhas, com leitura durante os estádios de pré-

florescimento da cultura, sendo avaliadas 3 folhas bandeira por parcela, com a utilização do clorofilômetro Clorofilog1030®.

A produtividade foi avaliada pela colheita manual da área útil das parcelas. Posteriormente, o grau de umidade dos grãos foi mensurado por um determinador de capacitância digital, modelo GAC 2100, previamente ajustado e calibrado para a cultura do trigo. A produtividade foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos em cada parcela experimental, com umidade corrigida para 13%, com o resultado sendo transformado em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Após a colheita, foram separadas amostras em cada parcela experimental para determinar o peso de mil grãos, de acordo com a metodologia proposta por Brasil (2009).

O peso hectolitro (PH) foi determinado pela pesagem de uma amostra por parcela com volume de 250 mL obtido no aparelho Dalle Molle® e o resultado foi transformado na unidade padrão ( $\text{kg hL}^{-1}$ ).

As análises da qualidade fisiológica de sementes foram avaliadas pelos seguintes parâmetros: grau de umidade, emergência a campo, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, comprimento de plântulas e massa seca.

O comprimento de plântulas foi obtido a partir da semeadura de cinco repetições de 20 sementes, no terço superior da folha germitest®, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel contendo sementes permaneceram por cinco dias em germinador, à temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente foi avaliado o comprimento da parte aérea (CPA), o comprimento da raiz (CRA) e o comprimento do hipocótilo das plântulas normais, com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio da parte aérea e da raiz foi obtido somando-se as medidas da repetição e dividindo-se pelo número de plântula normais. Os resultados serão expressos em centímetros (BRASIL, 2009).

Para a avaliação de condutividade elétrica foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. Em seguida cada subamostra foi pesada e colocada para embeber em um recipiente (copos plásticos) contendo 75 mL de água deionizada e então mantidas em um germinador a uma temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leituras em condutivímetro e os resultados expressos em  $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$

(KRZYZANOWSKI; VIEIRA, 1999). No parâmetro de emergência de plântulas foram semeadas 50 sementes em caixas plásticas, tendo como substrato areia de textura média, umedecida com água e reumedecida quando necessário, sob temperatura ambiente. Foi contabilizada a primeira plântula normal emergida de cada tratamento 15 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1999).

Após a leitura do comprimento de plântula, foi retirado o restante da semente (pericarpo, tegumento e resíduo do tecido de reserva) e separadas a parte aérea e a raiz. Em seguida, estas foram colocadas em saco de papel com divisão para as duas partes e levadas à estufa com circulação de ar forçada, onde permaneceram à temperatura de 80 °C, por 24 horas. Ao final desse período, a massa seca foi avaliada em balança com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

Para a realização do teste de envelhecimento acelerado, foram utilizadas caixas plásticas, tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), como compartimento individual (mini-câmaras), possuindo em seu interior uma bandeja de tela de alumínio onde as sementes foram distribuídas de maneira a formarem uma camada simples sobre a superfície da tela, sendo utilizadas oito repetições de 50 sementes por tratamento. No interior de cada gerbox foram adicionados 40 mL de água destilada. Em seguida, os gerbox foram levados a uma câmara de incubação modelo "Water-jacketed" à temperatura de 42°C por 72 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes à temperatura de 20°C por 7 dias, conforme os procedimentos descritos nas RAS (BRASIL, 2009), posteriormente realizando a contagem do número de plântulas normais.

O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa, a 105±3°C, por 24 horas, em amostras de 5 g para cada repetição, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Antes das análises, todos os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ( $\alpha = 0,05$ ) para verificação dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade da análise paramétrica, respectivamente. Transformações estatísticas foram usadas quando necessário, entretanto, os dados são apresentados não transformados nas tabelas.

Os dados foram submetidos a three-way ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ) para testar a interação entre os efeitos das MRTs (MRT2 = Braganey e Tamarana; MRT3 = Londrina), herbicidas (quatro herbicidas, com um controle) e adubação nitrogenada de cobertura (0, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>). Se uma interação foi significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Efeitos significativos também foram avaliados pelos fatores principais. Dados de controle de plantas daninhas foram analisados separadamente para cada localidade, usando two-way ANOVA seguida do teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), quando necessário. Esse procedimento foi adotado porque as localidades apresentavam diferentes plantas daninhas, não permitindo a análise conjunta.

Dados de cada local foram submetidos a two-way ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ) para testar a interação entre os efeitos dos herbicidas (quatro herbicidas, com um controle) e da adubação nitrogenada de cobertura (0, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>). Se a interação foi significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Efeitos significativos também foram avaliados pelos fatores principais. Todas as análises foram realizadas no programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software, San Jose, CA, EUA).

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a interação das diferentes macrorregiões tritícolas, verificou-se efeito significativo para seletividade da cultura do trigo entre as MRTs e os herbicidas e entre as MRTs e as dose de nitrogênio em cobertura, aos 14 e 21 dias respectivamente, após a aplicação (Tabela 1).

As injúrias da seletividade foram caracterizadas por uma clorose foliar no trigo, reduzindo com os passar dos dias, sem qualquer interferência no desenvolvimento normal das plantas, demonstrando ser um sintoma transiente.

**Tabela 1** – Resultado da ANOVA indicando os efeitos dos fatores em estudo (MRTs, herbicidas e doses de hidrogênio) e suas possíveis interações na fitotoxicidade (seletividade) de herbicidas a cultura do trigo. Paraná, Safra 2015.

Fonte de variação	G.L	Dias após aplicação dos herbicidas											
		7 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA		35 DAA		42 DAA	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Bloco	3												
MRTs <sup>1</sup> (A)	1	25,71	< 0,001	40,94	< 0,001	13,97	0,001	9,59	0,002	3,18	0,077	2,6	0,106
Herbicidas (B)	4	8,74	< 0,001	12,74	< 0,001	8,37	< 0,001	6,54	0,001	3,7	0,007	3,05	0,019
Doses de N (C)	2	0,12	0,884	0,19	0,825	0,97	0,383	3,11	0,048	2,19	0,115	3,07	0,049
<b>Interações</b>													
A x B	4	2,32	0,06	3,13	0,017	1,39	0,238	0,99	0,412	0,35	0,845	0,33	0,855
A x C	2	0,05	0,955	1,01	0,368	3,12	0,047	2,6	0,078	1,59	0,207	1,84	0,163
B x C	8	0,13	0,998	1,27	0,266	0,9	0,515	1,04	0,409	0,72	0,673	1,11	0,361
A x B x C	8	0,07	0,999	0,18	0,993	0,96	0,469	1,15	0,334	0,73	0,667	0,74	0,657
Resíduo	147												

Three-way ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ).

<sup>1</sup>MRTs = macrorregiões tritícolas

Os maiores níveis de injúrias ocorreram na macrorregião 2 aos 14 e 21 DAA, e os menores níveis foram encontrados para o herbicida fluroxipyr, caracterizado por uma interferência da localidade de cultivo e do herbicida utilizado (Figura 2).

Também foi possível verificar o efeito fitotóxico do pyroxsulam na cultura quando aplicado isoladamente ou associado a outro ativo, sendo responsável por esta clorose inicial. Uma hipótese seria a relação da absorção do herbicida pelo sistema radicular da planta em maior velocidade em comparação a do safener, protetores químicos utilizados para aumentar a tolerância de culturas, o que implica em uma injúria inicial sendo minimizada após a absorção do safener pelo trigo. Entretanto não houve uma avaliação nesse sentido que comprovasse este processo.

Essa injúria provocada pelos herbicidas em Tamarana e Braganey foi observada por um período de 21 dias após a aplicação. Posteriormente houve uma redução do sintoma na cultura. Em Londrina, esse período foi até o sétimo dia e o sintoma não foi mais percebido, demonstrando uma recuperação rápida, possivelmente ocasionada pela diferença de metabolismo do produto na planta, afetado pelas diferentes temperaturas entre as localidades.

Apresentando uma tendência de níveis maiores de clorose na MRT 2 (Tabela 2), predominado por regiões de maiores altitudes e baixas temperaturas, resultados semelhantes foram obtidos por Robinson et al. (2015), em que aplicações de herbicidas realizadas em baixas temperaturas apresentaram lesões visíveis, sendo também transitórias.

Esta clorose, quando associada a ampla amplitude térmica entre o dia e a noite, em regiões quentes e moderadamente secas, conduções alidadas às

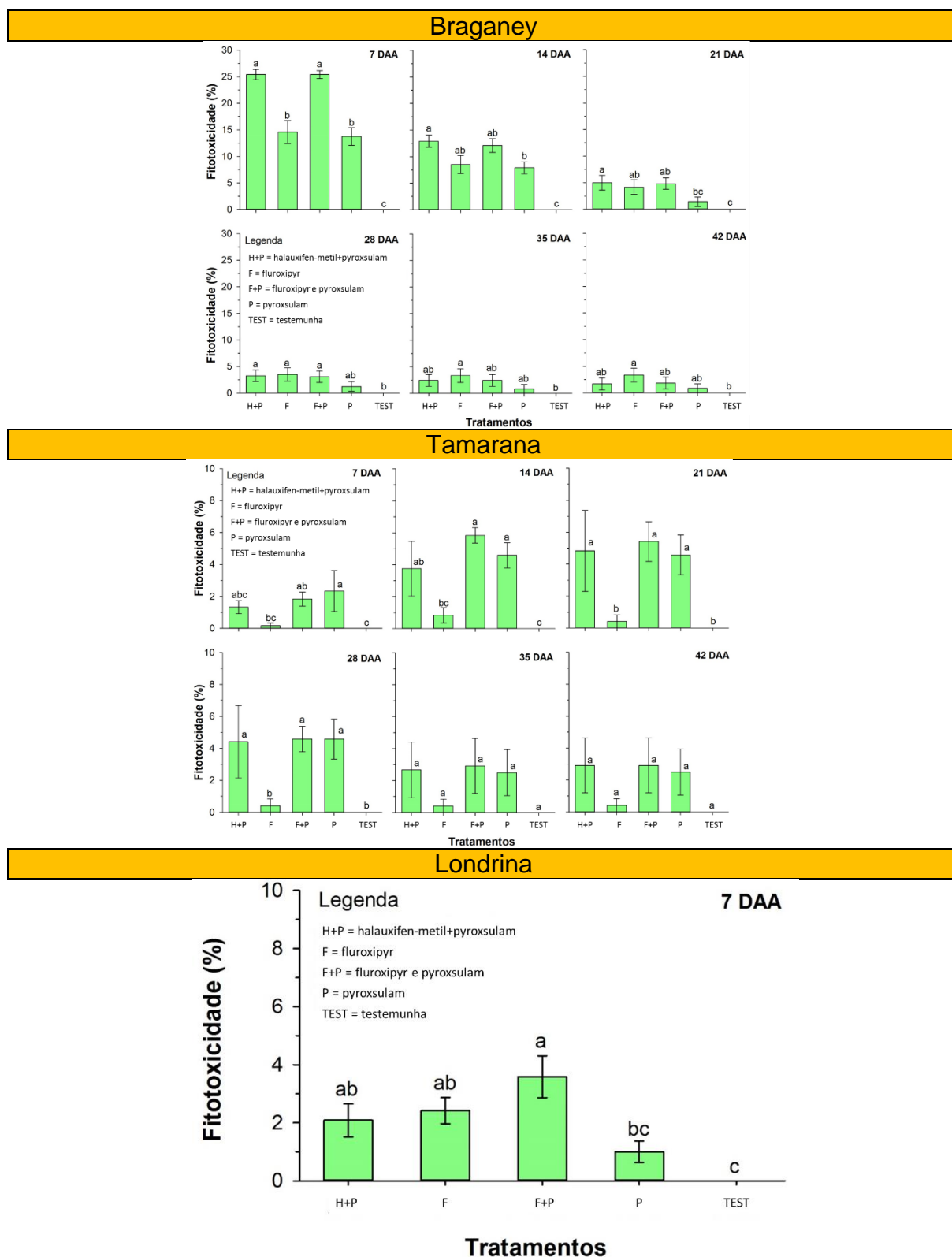
baixas altitudes como Londrina, podem afetar o metabolismo das plantas, proporcionando períodos diferentes das reações dos herbicidas. Resultados observados por Papa et al. (2005) apontam a existência de sintomas visuais de fitotoxicidade nos tratamentos que receberam metsulfuron-methyl, identificando uma leve clorose, notando que 30 dias após a aplicação, esses sintomas não foram mais percebidos.

Lourenço e Alencar (2016), trabalhando com o herbicida pyroxsulam, relatam maior porcentagem de clorose na avaliação realizada aos 14 DAA, sendo uma fitotoxicidade temporária. Na avaliação aos 28 DAA já não havia sintomas visuais.

Christoffoleti e López-Ovejero(2008) obtiveram efeitos similares com herbicidas MCPA e pendimentalina, em que na primeira semana vegetativa os sintomas de fitotoxicidade eram evidentes no trigo, porém com o crescimento e desenvolvimento da cultura, os efeitos fitotóxicos desapareceram.

Galon et al. (2014) observaram em cevada que o efeito era em função do metabolismo em temperaturas mais baixas, demorando mais tempo para eliminar ou metabolizar as injúrias ocasionadas pelos herbicidas. Putnam e Rice Junior (1979), avaliando a toxicidade do alachlor em plantas de feijão, concluíram que, na temperatura mais baixa, a toxicidade observada nas plântulas foi 2,5 vezes maior que na temperatura mais elevada.

**Figura 2** – Fitotoxicidade de herbicidas aplicados na fase de perfilhamento da cultura do trigo em Braganey, Tamarana e Londrina em diferentes dias após a aplicação (DAA), safra 2015.



Médias ( $\pm$  erro-padrão) seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 2** – Interação entre as MRTs, herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura na fitotoxicidade (porcentagem) de herbicidas a cultura do trigo, safra 2015.

Herbicidas / doses de N	Macroregiões tritícolas (MRT) <sup>1</sup>	
	MRT 2	MRT 3
<u>Herbicidas</u>	14 DAA <sup>2</sup>	
Halauxifen-metil+pyroxsulam	8,3 ± 1,2 Aa	1,6 ± 0,6 Ab
Fluroxipyr	4,7 ± 1,2 Ba	1,0 ± 0,8 Ab
Fluroxipyr+pyroxsulam	8,9 ± 1,0 Aa	2,8 ± 2,1 Ab
Pyroxsulam	6,2 ± 0,9 ABa	0,0 ± 0,0 Ab
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Aa
<u>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</u>	21 DAA	
0	4,2 ± 0,7 Aa	0,3 ± 0,3 Ab
60	2,8 ± 0,6 ABa	1,1 ± 0,6 Aa
90	2,3 ± 0,6 Ba	1,7 ± 1,3 Aa

<sup>1</sup>MRT 2 = Braganey e Tamarana; MRT 3 = Londrina.

<sup>2</sup>DAA = dias após aplicação dos herbicidas.

Médias (± erro-padrão) seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), dentro de cada fator em estudo.

Houve interação entre os herbicidas e a adubação de cobertura em Braganey e Tamarana, para o controle das plantas daninhas nabo (*Raphanus sp.*), azevém (*Lolium sp.*) e buva (*Conyza sp.*).

No município de Braganey, com a presença de 37 plantas de buva m<sup>-2</sup>, altura entre 10 e 15 cm, houve interação aos 28 dias (Tabela 3). Os melhores controles nessa espécie foram halauxifen-metil+pyroxsulam e fluroxipyr associado à pyroxsulam, que reduziram a densidade de plantas daninhas significativamente após 42 DAA, mesmo com as aplicações de nitrogênio sendo realizadas no mesmo dia. Esse fato demonstra a importância de realizar os manejos simultaneamente para evitar um influência do nitrogênio sobre o crescimento e a emergência de novos fluxos de plantas daninhas, interferir na eficácia de controle dos herbicidas, aumento a pressão da matocompetição acarretando em uma redução de produtividade (FAWCET; SLIFE, 1978; AMANUEL; TANNER, 1991; PETERSON; NALEWAJA, 1992; BLACKSHAW; MOLNAR; JANZEN, 2004; SCURSONI; ARNOLD, 2002; PROCÓPIO et al., 2004; TEYKER; HOELZER; LIEBL, 1991; LINDQUIST; EVANS; SHAPIRO, 2010).

**Tabela 3** –Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de buva na cultura do trigo em Braganey-PR, na avaliação aos 28 dias após a aplicação, 2015.

Herbicidas	Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	90
Halauxifen-metil + pyroxsulam	83,8 ± 2,4 ABa	83,8 ± 2,4 ABa	87,5 ± 2,5 Aa
Fluroxipyr	76,3 ± 5,5 Ba	76,3 ± 3,1 Ba	80,0 ± 4,1 Aa
Fluroxipyr + pyroxsulam	91,3 ± 2,4 Aa	92,5 ± 1,4 Aa	87,5 ± 1,4 Aa
Pyroxsulam	47,5 ± 4,8 Ca	31,3 ± 4,3 Cb	33,8 ± 2,4 Bb
Testemunha	0,0 ± 0,0 Da	0,0 ± 0,0 Da	0,0 ± 0,0 Ca

Médias (± erro-padrão) seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Em Tamarana, com presença de duas espécies de plantas daninhas, nabo e azevém, 48 e 112 plantas m<sup>-2</sup> respectivamente, foi observado um comportamento diferente em relação à eficiência dos herbicidas para o controle dessas espécies. A interação entre os herbicidas e as diferentes doses de nitrogênio utilizadas em cobertura para o controle de nabo ocorreu aos 14 e 21 dias e para o azevém aos 21, 35 e 42 dias após a realização da aplicação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultado da ANOVA indicando os efeitos dos fatores em estudo (herbicidas e doses de nitrogênio) e suas possíveis interações no controle de nabo e azevém na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.

Fonte de variação	G.L	Dias após aplicação dos herbicidas											
		7 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA		35 DAA		42 DAA	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Bloco	3												
Controle de nabo													
Herbicida (A)	4	16,36	<0,001	56,91	<0,001	388,68	<0,001	741,53	<0,001	1199,8	<0,001	294,2	<0,001
Doses de N (B)	2	0,12	0,886	11,13	<0,001	3,09	0,056	0,68	0,514	1,88	0,165	0,3	0,741
Interação A x B	8	0,16	0,995	2,85	0,013	4,18	0,001	1,63	0,144	1,94	0,078	0,81	0,595
Controle de azevém													
Herbicida (A)	4	11,05	<0,001	146,96	<0,001	607,67	<0,001	1883,1	<0,001	5531,9	<0,001	8749	<0,001
Doses de N (B)	2	2,74	0,076	1,32	0,276	9,58	0,001	5,67	0,001	2,52	0,116	2,89	0,128
Interação A x B	8	0,49	0,859	1,18	0,335	2,72	0,016	1,46	0,199	2,67	0,018	3,75	0,002
Resíduo	42												

Two-way ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ).

Dados de controle de nabo aos 42 DAA foram transformados para  $\arcsen\sqrt{x}/100$  antes da análise para atender aos pressupostos da análise paramétrica.

Nessa interação, é possível observar que a adição do nitrogênio apresentou incremento na eficácia dos herbicidas para ambas as espécies. Os melhores controles observados para nabo foram fluroxipyr e fluroxipyr associado à pyroxsulam. Para azevém os herbicidas pyroxsulam e suas associações apresentaram melhores resposta para eficácia, evidenciando que esse ativo tem ótima ação para o controle desta planta daninha independente do seu complemento (Tabela 6).

Rizzardi et al. (2008) não obtiveram interação entre aplicação do nitrogênio e controle de plantas daninhas na cultura do milho, porém salientam que a adubação afeta a disponibilidade desse nutriente no sistema e influi tanto na época de controle, quanto no espectro das plantas daninhas.

Fleck e Silva (1989) também concluíram que a época de aplicação de N em cobertura não constituiu método auxiliar eficiente no controle de plantas daninhas.

Outro ponto observado é a associação de dois grupos químicos no manejo das lavouras de trigo, demonstrando a importância para ampliação de espectro e possibilitando um manejo eficiente juntamente com a adubação de nitrogênio em cobertura sem a ocorrência de antagonismo, o que possibilita a busca de altos rendimentos sem interferência no potencial produtivo do cultivar.

**Tabela 5.** Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de nabo na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.

Herbicidas	Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	90
Controle (%) – 14 DAA <sup>1</sup>			
Halauxifen-metil + pyroxsulam	36,2 ± 3,7 ABa	35,0 ± 4,5 BCa	36,2 ± 2,3 Ba
Fluroxipyr	31,2 ± 4,7 ABb	61,2 ± 4,2 Aa	65,0 ± 4,5 Aa
Fluroxipyr + pyroxsulam	40,0 ± 10,6 Ab	47,5 ± 6,6 ABab	61,2 ± 7,7 Aa
Pyroxsulam	17,5 ± 3,2 BCb	23,7 ± 6,2 Cab	35,0 ± 3,5 Ba
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Da	0,0 ± 0,0 Ca
Controle (%) – 21 DAA			
Halauxifen-metil + pyroxsulam	70,0 ± 4,0 Ba	70,0 ± 5,4 Aa	66,2 ± 3,7 Ba
Fluroxipyr	63,7 ± 6,2 Bb	80,0 ± 2,0 Aa	85,0 ± 3,5 Aa
Fluroxipyr + pyroxsulam	82,5 ± 3,2 Aa	75,0 ± 4,5 Aa	83,7 ± 3,7 Aa
Pyroxsulam	62,5 ± 5,2 Bb	72,5 ± 4,3 Aa	68,7 ± 3,1 Bb
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ca

<sup>1</sup>DAA = dias após aplicação dos herbicidas.

Médias (± erro-padrão) seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 6.** Interação entre herbicidas e adubação nitrogenada de cobertura no controle de azevém na cultura do trigo em Tamarana-PR, safra 2015.

Herbicidas	Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )		
	0	60	90
Controle (%) – 21 DAA <sup>1</sup>			
Halauxifen-metil+pyroxsulam	66,3 ± 3,8 Ab	76,3 ± 5,5 Aab	86,3 ± 3,1 Aa
Fluroxipyr	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba
Fluroxipyr + pyroxsulam	77,5 ± 4,3 Aa	80,0 ± 4,1 Aa	81,3 ± 4,3 Aa
Pyroxsulam	68,8 ± 3,8 Ab	75,0 ± 5,4 Ab	86,3 ± 1,3 Aa
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba
Controle (%) – 35 DAA			
Halauxifen-metil+pyroxsulam	91,3 ± 1,3 Bb	96,3 ± 2,4 Aa	100,0 ± 0,0 Aa
Fluroxipyr	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba
Fluroxipyr + pyroxsulam	98,8 ± 1,3 Aa	96,3 ± 1,3 Aa	100,0 ± 0,0 Aa
Pyroxsulam	97,5 ± 2,5 Aa	97,5 ± 2,5 Aa	98,8 ± 1,3 Aa
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba
Controle (%) – 42 DAA			
Halauxifen-metil+pyroxsulam	92,5 ± 1,4 Bb	98,8 ± 1,3 Aa	100,0 ± 0,0 Aa
Fluroxipyr	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba
Fluroxipyr + pyroxsulam	100,0 ± 0,0 Aa	97,5 ± 2,5 Aa	100,0 ± 0,0 Aa
Pyroxsulam	97,5 ± 2,5 Aa	98,8 ± 1,3 Aa	98,8 ± 1,3 Aa
Testemunha	0,0 ± 0,0 Ca	0,0 ± 0,0 Ba	0,0 ± 0,0 Ba

<sup>1</sup>DAA = dias após aplicação dos herbicidas.

Médias (± erro-padrão) seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

1DAA = dias após aplicação dos herbicidas.

Médias (± erro-padrão) seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )

Para as análises de emergência de plântulas em areia, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz e massa seca de parte aérea e raiz na cultivar Gralha Azul, não houve interação significativa entre doses de nitrogênio, herbicidas e MRTs, como também não houve efeito isolado dos fatores para as características avaliadas.

### 3.5 CONCLUSÕES

Não houve efeito sobre o desempenho produtivo e os fatores avaliados para qualidade fisiológica da semente.

A aplicação de herbicida e a adubação nitrogenada em cobertura apresentou interação nas diferentes mesoregiões para os fatores de seletividade da cultura do trigo e controle das plantas daninhas.

A toxicidade observada demonstra maior efeito para o herbicida pyroxsulam, apresentando maior expressão em regiões com baixas temperaturas do ambiente, sendo caracterizada por um sintoma transiente na cultura do trigo.

A interação dos herbicidas halauxifen-metil + pyroxsulam e fluroxipyr associado à pyroxsulam com a adubação nitrogenada proporcionou os melhores controles para as plantas avaliadas.

### 3.6 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

AMANUEL, G.; TANNER, D. G. The effect of crop rotation in two wheat crop production zones of southeastern Ethiopia. **AGRIS**, Etiópia, p. 491-496. 1991.

BASSOI, M. C. **BRS Gralha-azul cultivar de trigo**. Folder/Folheto/Cartilha. Londrina: Embrapa Soja, 2012 Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56767/1/GRALHA-AZUL.pdf>> Acesso em: 12 set. 2015.

BLACKSHAW, R. E.; MOLNAR, L. J.; JANZEN, H. H. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. **Weed Sci.**, v. 52, n. 4, p. 614-622, 2004.

BONO, J. et al. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, p.399, 2009.

BRAZ, A., J., B., P. et al. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, mar./abr., 2006

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; SCAPIM, C. A. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

CARLSON, H. L.; HILL, J.E. Wild oats (*Avena fatua*) competition with spring wheat: effects of nitrogen fertilization. **Weeds Sciences**, Lawrence, v. 34, n. 1, p. 29-33. 1986.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: **FUNEP**, 2000. 588 p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (CBPTT). **Informações técnicas para trigo e triticales: safra 2015**. Brasília: Embrapa, p.229 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**.3. ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Trigo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/trigo1>>. Acesso em: 12 set. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAVARATO, L. F. et al. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, set. 2012.

FAWCET, R.S.; SLIFE, F.W. Effects of field applications of nitrate on weed seed germination and dormancy. **Weed Science**, Lawrence, v. 26, n. 6, p. 594-596, nov.1978.

FLECK, N. G.; SILVA, P. R. F. Efeito da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do girassol, com e sem controle de plantas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.6, p.669-676, 1989.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen and carbon dioxide effects on spring wheat development and spikelet numbers. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 3, p. 659-665, jun.1996.

FREITAS, J.G. F. et al. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 281-290, out. 1994.

FRONZA, V.; CAMPOS, L. A. C.; RIEDE, C. R. (Orgs.). **Informações técnicas para a safra 2008: trigo e triticales**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

GALON, L. et al. Eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para o manejo de plantas daninhas em cevada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v.13, n.2, p.105-116, mai./ago. 2014

GAZZIERO, D. L. P. **Efeito de três herbicidas pós emergentes aplicados em diferentes horas do dia sobre ervas daninhas e plantas de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 1980. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,1980.

GEIER, P.W.; STHALMAN, P. W.; PETERSON, D. E.; CLAASSEN, M.M. Pyroxsulam compared with competitive standards for efficacy in winter wheat. **Weed Technology**,[S. l.], v.25, n.3, p. 316-321,set. 2011.

HARTWIG, I. et. al. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena sp.*) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (als). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 361-368, jun. 2008.

HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (HRAC). 2017. Disponível em:<<http://hracglobal.com/>> Acesso em: 04 mar.2017

IMOLESI, A.S. et al. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1119-1126, set./out. 2001.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich, 1995. 118 p.

KARAM, D., OLIVEIRA, M.F. de, SILVA, A.F. da. Controle de plantas daninhas. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G– **Tecnologia Qualidade Embrapa**. p. 50-52, 2002.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. Condutividade Elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4-20.

LAMEGO, F.P.; REINEHR, M.; CUTTI, L. Alterações morfológicas de plântulas de trigo, azevém e nabo quando em competição nos estádios iniciais de crescimento. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p.13-22, mar. 2015

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.106-113, abr. 2006.

LINDQUIST, J. L.; EVANS, S. P.; SHAPIRO, C. A. Effect of Nitrogen Addition and Weed Interference on Soil Nitrogen and Corn Nitrogen Nutrition. **Weed Technology**, [S. l.], v.24, n.1, p.50-58, jan./mar. 2010.

LOURENÇO, E.; ALENCAR, J. F. C. C. Estudo da fitotoxicidade de herbicidas aplicados em pós emergência na cultura do trigo. **Revista Iniciare**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p. 79-90, jul./dez. 2016.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.3-21, 1999.

MAROCHI, A.I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SEMEADURA DIRETA EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais ...** Castro: Fundação A.B.C, p.208- 227, 1993.

MARTINI JUNIOR, P. C.; FERREIRA, D. T. L.; MOREIRA, G. C. Características agrônômicas da cultivar de trigo cd 114 submetido à aplicação nitrogenada em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n. 3, p. 158-172, 2011.

MEROTTO JUNIOR, A.; FISCHER, A. J.; VIDAL, R. A. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p.407-419, abr./jun. 2009.

MEROTTO JUNIOR, A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p.9-16, abr. 2002.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2-24, 1999.

PAPA, C. J. et al. Efecto del herbicida metsulfurón metil sobre el rendimiento de un cultivo de trigo pan. **Revista Para Mejorar la Producción**, [S. l.], v.28, n.1, p.56-58, 2005.

PETERSON, D.E.; NALEWAJA, J.D. Environment influence green foxtile (*Setaria viridis*) competition with wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 607-610, jul./set. 1992.

PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Uruguiana, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PRANDO, A.M. et al. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012b.

PROCÓPIO, S. O. et al. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n.2, p. 211-216, jun. 2004.

PUTNAM, A.R.; RICE JUNIOR, R.P. Environmental and edaphic influences on the selectivity of alachlor on snap beans (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Science**, Lawrence, v.27, n. 5, p.570- 574, set. 1979.

RAJCAN, I.; SWANTON, C.L. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, Lawrence v. 52, n. 5, p. 774–778, set./ out. 2004.

RIZZARDI, M.A. et al. Controle de plantas daninhas em milho em função de épocas de aplicação de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 113-121, mar. 2008

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**, Ottawa, v. 95, n. 2, p. 325-333, mar. 2015

ROMAN, E.S. et. al. **Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, p.159, 2007.

SCURSONI, J. A.; ARNOLD, R. B. Effect of nitrogen fertilization timing on the demographic processes of wild oat (*Avena fatua*) in barley (*Hordeum vulgare*). **Weed Science**, Lawrence, v. 50, n. 5, p. 616-621, set./out. 2002.

SHAFIQ, M. et al. Crop yields and nutrient uptake by rainfed wheat and mungbean as affected by tillage, fertilization, and weeding. **Journal of Plant Nutrition**, [S. l.], v.17, n. 4, 1994.

SKUTERUD, R. et. al. Effect of herbicides applies at diferent times of the day. **Crop Prot.**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 41-46, fev. 1998.

SWEESTER, P. B.; SCHOW, G. S.; HUTCHISON, J. M. Metabolism of chlorulfuron by plants: Biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. **Pestic. Biochem. Physiol.**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 18-23, 1982.

VARGAS, L.; FLECK, N. G. Seletividade de herbicidas do grupo químico das ariloxifenoxipropionatos a cereais de inverno. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 41-51, abr. 1999.

VICTORIA FILHO, R. Fatores que influenciam a absorção foliar dos herbicidas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 31-37, 1985.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre:EVANGRAF,2002. 89 p.

\_\_\_\_\_. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Palotti, 1997. 165 p.

TEYKER, R. H.; HOELZER, H. D.; LIEBL, R. A. Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. **Plant Soil**, v. 135, n. 2, p. 287-292, ago. 1991.

VINCENSI, M.M. **Produtividade e potencial fisiológico de sementes de feijão em função do manejo de cobertura do solo e nitrogênio**. 2011. 53fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Aquidauana, 2011

ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. 2002. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, fev. 2002.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11,n.1,p.10-30, 2004.