

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
*CAMPUS* SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
“PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS RENOVÁVEIS”

JOHAN FILIPE LIMA NUNES

**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS E PERDAS CAUSADOS PELA GIBERELA DO  
TRIGO**

SOROCABA

2023

JOHAN FILIPE LIMA NUNES

**QUANTIFICAÇÃO DE DANOS E PERDAS CAUSADOS PELA GIBERELA DO  
TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientação: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Financiamento: 88887.648003/2021-00 - CAPES

SOROCABA  
2023

Filipe Lima Nunes, Johan

Quantificação de danos e perdas causados pela giberela do trigo / Johan Filipe Lima Nunes -- 2023.  
51f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Waldir Cintra de Jesus Junior

Banca Examinadora: Willian Bucker Moraes, Rodrigo Neves Marques

Bibliografia

1. Trigo. 2. Giberela. 3. Manejo integrado. I. Filipe Lima Nunes, Johan. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade  
Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis

## Relatório de Defesa de Dissertação

**Candidato: Johan Filipe Lima Nunes**

Aos 24/02/2023, às 13:30, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, a defesa de dissertação de mestrado sob o título: VIABILIDADE ECONÔMICA DAS ESTRATÉGIAS DE MANEJO INTEGRADO DA GIBERELA DO TRIGO, apresentada pelo candidato Johan Filipe Lima Nunes. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

### Participantes da Banca

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior  
Prof. Dr. Willian Bucker Moraes  
Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques

### Função Instituição

Presidente UFSCar  
Titular UFES  
Titular UFSCar

### Conceito

Aprovado  
Aprovado  
Aprovado

### Resultado

**Final**  
Aprovado

### Parecer da Comissão Julgadora\*:

Com base no material entregue (dissertação), na apresentação e desempenho durante a arguição, os membros decidiram por unanimidade pela aprovação do estudante.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior, representante do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Representante do PPG: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Prof. Dr. Willian Bucker Moraes

Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Waldir Cintra de Jesus Junior, Willian Bucker Moraes, Rodrigo Neves Marques e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Documento assinado digitalmente



WALDIR CINTRA DE JESUS JUNIOR  
Data: 24/02/2023 16:51:29-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

( ) Não houve alteração no título ( X ) Houve alteração no título. O novo título passa a ser:

Quantificação de danos e perdas causados pela giberela do trigo

### Observações:

- Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.
- Para gozar dos direitos do título de Mestre ou Doutor em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, o candidato ainda precisa ter sua dissertação ou tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.

*“Tudo o que vem de Deus deixa a alma tranquila mesmo diante de aflições e contradições”*

São Padre Pio de Pietrelcina



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me proporcionar força, conhecimento e estrutura para atingir meus sonhos e objetivos.

A minha família por me dar confiança e apoio durante todos estes anos, especialmente minha mãe que sempre me apoiou em todas minhas decisões.

A minha namorada e companheira de vida, Juliana, que sempre esteve presente ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Ao professor Waldir, que além de orientador e mentor, é meu espelho profissional, sempre presente na minha trajetória, me orientando em tudo o que necessitei durante o mestrado.

Ao João Agapto e José Lucas que me auxiliaram durante todo período de coleta de dados na Fazenda Lagoa do Sino.

A CAPES, pelo auxílio financeiro durante o mestrado.

Por fim, agradeço a todos que participaram direta e indiretamente na minha caminhada e que me ajudaram tornar esse sonho realidade.



## RESUMO

Nunes, J. F. L. *Quantificação de danos e perdas causados pela giberela do trigo*. 2023. 51f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2023.

A cultura do trigo é de grande importância para o Brasil e mundo. A produtividade do trigo pode ser afetada por diversos fatores, sendo que as doenças têm papel preponderante. Dentre as doenças destaca-se a giberela (*Fusarium graminearum*) (FHB, “Fusarium head blight” em inglês), que além de poder causar redução na produção também pode afetar grandemente a qualidade dos grãos devido à produção de micotoxinas, que representam um enorme risco à saúde humana e animal. O manejo da doença é um enorme desafio para a triticultura mundial, sendo normalmente realizado empregando-se fungicidas, cultivares com determinado nível de resistência à doença e práticas culturais. Entretanto, há custos associados com o emprego de cada estratégia de manejo. Ainda faltam informações científicas sobre os danos (redução na quantidade e/ou qualidade da produção) e as perdas (redução em retorno financeiro devido à doença) causados pela doença sob diferentes estratégias de manejo. O objetivo deste trabalho foi quantificar os danos e as perdas causadas pela doença em 8 estratégias de manejo (envolvendo resistência genética, aplicação ou não de fungicida e uso ou não de silício (na forma de silicato de potássio), em condições de plantio irrigado e de sequeiro. A análise envolveu a determinação da produção do trigo, do custo total da cultura e da economicidade. O plantio do trigo com irrigação proporcionou melhor desempenho geral. O melhor custo-benefício no manejo da giberela do trigo foi obtido integrando-se cultivar LG ORO com aplicação de fungicida, o que proporcionou redução de 30,77% na incidência doença, incremento produtivo de 20% e saldo positivo de R\$ 7.319,66, em relação ao tratamento controle. Com base nos resultados conclui-se que a escolha da estratégia de manejo da giberela a ser empregada afeta o custo de produção, sendo necessário a análise do custo-benefício para tomada de decisão quanto a melhor estratégia a ser adotada. A determinação dos danos e das perdas causadas pela doença, sob diferentes estratégias de manejo, é pré-requisito para a definição de uma estratégia racional de manejo econômico da giberela do trigo.

Palavras-chave: *Fusarium graminearum*; Manejo Integrado da giberela; *Triticum aestivum* L.; Viabilidade econômica.

## ABSTRACT

Nunes, J. F. L. *Quantification of damage and losses caused by Fusarium Head Blight in wheat*. 2023. 51p. Dissertation (Masters in Planning and Use of Renewable Resources) – Science and Technology Center for Sustainability, Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2023.

The culture of wheat is of great importance to Brazil and the world. Wheat productivity can be affected by several factors, with diseases playing a major role. Among the diseases, giberella stands out (*Fusarium graminearum*), that can not only lead to reduced yields but can also greatly affect grain quality due to the production of mycotoxins, which represent an enormous risk to human and animal health. The management of the disease is an enormous challenge for the world's triticulture, and is normally done using fungicides, cultivars with a certain level of resistance to the disease and cultural management practices. However, there are costs associated with the use of each management strategy. There is still a lack of scientific information on the damage (reduction in yield quantity and/or quality) and losses (reduction in financial return due to disease) caused by the disease under different management strategies. The aim of this work was to quantify the damage and losses caused by the disease in 8 management strategies (involving genetic resistance, application or not of fungicide and use or not of silicium (in the form of potassium silicate), under irrigated and rainfed cultivation conditions. The analysis involved the determination of wheat yield, total crop costs, and cost-effectiveness. Planting wheat with irrigation provided the best overall performance. The best cost-effective management of *Fusarium graminearum* was obtained by integrating the cultivar LG ORO with fungicide application, which provided a 30.77% reduction in disease incidence, a 20% increase in productivity, and a positive balance of R\$ 7.319,66 over the control treatment. The results of this study lead to the conclusion that the choice of *Fusarium graminearum* management strategy affects the cost of production, making a cost-effective analysis necessary to decide on the best strategy to be adopted. Determining the damage and losses caused by the disease under different management strategies is a prerequisite for defining a rational strategy for economical management of *Fusarium Head Blight in wheat*.

Keywords: Economic feasibility; *Fusarium graminearum*; Integrated Management; *Triticum aestivum* L.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Detalhe da área onde foi conduzido o experimento.....	26
FIGURA 2 – Detalhe do instrumento de madeira utilizado na coleta das amostras de trigo .....	28
FIGURA 3 – Amostras de trigo em sacos de papel colocadas para secagem ao sol .....	28
FIGURA 4 – Limpeza e contagem das espigas de trigo.....	29
FIGURA 5 – Pesagem dos grãos de trigo .....	30

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Área, produtividade e produção total de trigo por regiões do Brasil .....	17
TABELA 2 – Custos de produção de trigo para a safra de inverno 2022 na região de Itapeva, São Paulo .....	22
TABELA 3 – Número de espigas, peso de espigas (g), peso de grãos (g) e produção por hectare (Kg) de todas as parcelas do experimento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro.....	32
TABELA 4 – Número de espigas, peso de espigas (g), peso de grãos (g) e produção por hectare (Kg) das parcelas do experimento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada.....	34
TABELA 5 – Custos totais de condução da lavoura de trigo e custo gerado por cada estratégia de manejo da giberela para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, nas áreas irrigadas e de sequeiro .....	36
TABELA 6 – Incidência (%) da giberela do trigo, custo do tratamento (R\$/ha), produção estimada e saldo (R\$/ha), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro .....	36
TABELA 7 – Incidência (%) da giberela do trigo, custo do tratamento (R\$/ha), produção estimada e saldo (R\$/ha), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada.....	39
TABELA 8 – ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro.....	41
TABELA 9 – ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada .....	43
TABELA 10 – Média ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro.....	44
TABELA 11 – Média ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada .....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 CULTURA DO TRIGO .....	17
2.2 GIBERELA.....	17
2.3 DANOS E PERDAS CAUSADOS PELA GIBERELA DO TRIGO .....	20
2.4 CUSTOS DE PRODUÇÃO .....	21
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1 LOCAL DE CONDUÇÃO E TRATAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO .....	26
3.2 AMOSTRAGEM DAS ESPIGAS DE TRIGO.....	27
3.3 CONTAGEM DAS ESPIGAS .....	29
3.4 DEBULHO E PESAGEM .....	29
3.5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO .....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>32</b>
4.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DO TRIGO EM ÁREA DE SEQUEIRO.....	32
4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DO TRIGO EM ÁREA IRRIGADA .....	34
4.3 ANÁLISE DOS CUSTOS DAS ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA GIBERELA	36
4.4 QUANTIFICAÇÃO DOS DANOS E PERDAS NAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA GIBERELA.....	41
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo é uma cultura de suma importância econômica e alimentícia, visto que faz parte da dieta de praticamente toda a população mundial e é cultivado em diversos ambientes e regiões geográficas. Além de ser um dos alimentos mais importantes para o desenvolvimento da civilização, é a *commodity* mais consumida pela humanidade (FAO, 2022).

Tendo em vista que não possui substituto direto que contenha todos os nutrientes, o trigo é essencial à segurança alimentar. De acordo com Baumgratz *et al.* (2017), o trigo está presente na alimentação diária de praticamente toda população.

Diversos fatores podem comprometer a produção e produtividade da cultura do trigo, sendo que as doenças são de suma importância. Dentre as doenças que afetam a cultura do trigo, a giberela é uma das mais importantes. A giberela ou fusariose, causada por *Gibberella zeae*, forma assexuada *Fusarium graminearum*, é uma das principais doenças de espigas e grãos de cereais de inverno, que pode causar danos à produção de grãos e contaminação desses e de seus derivados por micotoxinas (DA LUZ, 2015).

A giberela é uma doença de difícil manejo, de modo que o mais efetivo é a utilização integrada de diferentes estratégias de manejo (genético, químico, cultural). A utilização de cultivares com resistência genética às doenças é a prática de controle de maior eficiência e de menor custo (REIS, 1988 *apud* TELLES NETO, 2004), porém não há materiais com nível de resistência alto ao patógeno.

De acordo com Baumgratz *et al.* (2017), para que o produtor maximize o desempenho econômico em meio aos riscos e a instabilidade do mercado de trigo, é necessário gerir eficientemente as atividades agrícolas, abordando princípios fundamentais, como a minimização de custos, a otimização da utilização do espaço produtivo e a obtenção de níveis de produtividades significativas. Ainda conforme os autores, as avaliações econômico-financeiras das atividades agrícolas são ferramentas essenciais para o processo de tomada de decisão que, associado à gestão da propriedade, permite vislumbrar a sustentabilidade dos cultivos na atividade agrícola.

A viabilidade da cultura do trigo no Brasil, associada ao manejo da giberela, depende do atendimento de dois requisitos, isto é, buscar o melhor retorno sobre o investimento realizado para o plantio de maneira sustentável, ou seja, fazendo uso

racional do solo, insumos e do sistema de manejo e, quantificar a contribuição da cultura para a diluição dos custos fixos da propriedade.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo geral quantificar os danos (redução na quantidade da produção) e as perdas (redução em retorno financeiro) causados pela doença sob diferentes estratégias de manejo da giberela do trigo.

Por objetivos específicos destacam-se:

- Analisar o desempenho econômico de diferentes estratégias de manejo da giberela do trigo;
- Definir qual estratégia de manejo da giberela proporciona maior retorno econômico.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum*) possui enorme relevância econômica a nível mundial no quesito produção de cereais, sendo superado somente pelo milho.

A área, produtividade e produção total de trigo por regiões do Brasil tem apresentado aumento entre os anos de 2019 e 2021 (Tabela 1), o que demonstra que o potencial da cultura no país tende a expandir, principalmente com o plantio em novas áreas, como no cerrado.

TABELA 1 – Área, produtividade e produção total de trigo por regiões do Brasil

Unidade geográfica	Área (mil ha)			Produtividade (kg/ha)			Produção (mil t)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste	3,00	3,00	6,10	4.800,00	5.700,00	5.700,00	14,40	17,10	34,80
Centro-Oeste	62,00	57,70	92,80	3.365,00	3.224,00	1.976,00	208,60	186,00	183,40
Sudeste	165,40	171,60	159,20	2.675,00	2.917,00	2.676,00	442,40	500,60	426,00
Sul	1.810,10	2.109,20	2.457,30	2.480,00	2.622,00	2.867,00	4.489,30	5.530,90	7.044,50
<b>Brasil</b>	<b>2.040,50</b>	<b>2.341,50</b>	<b>2.715,40</b>	<b>2.526</b>	<b>2.663</b>	<b>2.832</b>	<b>5.514,70</b>	<b>6.234,60</b>	<b>7.688,70</b>

Fonte: CONAB (2021).

De acordo com o relatório técnico publicado por Coelho (2021), os principais fatores que normalmente afetam o preço do trigo no Brasil são: a) dólar, já que se trata de um produto com maior importação do que produção; b) produção de outros países tradicionalmente vendedores de trigo para o Brasil, como Argentina, Uruguai, Rússia e Estados Unidos; c) fatores relacionados a produção, como condições climáticas e políticas de comércio exterior; d) nível de abastecimento dos moinhos brasileiros.

### 2.2 GIBERELA

O trigo pode ser afetado por várias doenças que, dependendo da sua incidência e severidade, podem causar danos (redução na quantidade e/ou qualidade da produção) e perdas (redução em retorno financeiro). Doenças têm causas abióticas (ação de agentes físico-químicos) ou bióticas (LAU *et. al*, 2020). Para a ocorrência das doenças há necessidade da ocorrência simultânea de três fatores: hospedeiro

suscetível, patógeno virulento e condições ambientais favoráveis, sendo esta combinação conhecida por triângulo da doença.

Dentre as doenças que ocorrem na cultura do trigo, a giberela (*F. graminearum*) é considerada a de maior potencial destrutivo, podendo ocasionar danos significativos (SUTTON, 1982; PARRY *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1996b; McMULLEN *et al.*, 1997) caso estratégias adequadas de manejo não sejam implementadas. Além da redução quantitativa, a doença também pode afetar grandemente a qualidade dos grãos devido à produção de micotoxinas, que representam um enorme risco à saúde humana e animal (CREPPY, 2002; SNIJDERS, 1990).

De acordo com Del Ponte *et al.* (2004), *F. graminearum* é considerado entre os 5 mais destrutivos patógenos fúngicos que afetam os agroecossistemas. Extremamente influenciada pelo ambiente, condições de temperatura de 20°C a 25°C com frequente precipitação pluvial são requeridas para ocorrência da doença (REUNIÃO, 2020). Essa condição climática é comum na região sul nos anos de ocorrência do fenômeno climático El Niño, com temperatura e precipitação pluvial acima da média, logo, em anos do fenômeno La Niña, estação da primavera mais seca e fria, a giberela não compromete a triticultura regional (LIMA, 2004).

No Brasil, similar a outras partes do mundo, um aumento da frequência de epidemias de alta intensidade de giberela foi relatada ao longo das últimas duas décadas, resultando em significativas perdas de rendimento (FERNANDES, 1997; PANISSON *et al.*, 2003). Lau *et al.* (2020) citam vários trabalhos referentes a importantes epidemias de giberela no período de 2005 a 2015 (LIMA *et al.*, 2006; ZOLDAN, 2008; LIMA *et al.*, 2008; NICOLAU & FERNANDES, 2012; LIMA, 2012; TORRES *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2016).

A giberela em trigo induz à produção de grãos chochos, enrugados, de coloração branco-rosada, sendo a maioria de cor pardo-clara e o tamanho varia em função do estágio de desenvolvimento em que é afetado (PARRY *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 1996). A doença pode ocorrer a partir do espigamento (REIS *et al.*, 1996) até a fase final de enchimento de grãos. Quanto mais cedo ocorrer a doença, maiores serão os danos devido ao abortamento de flores, não havendo, tampouco, a formação de grãos. Na fase final de enchimento de grãos, quando a lavoura é afetada por condições climáticas favoráveis à epidemia de giberela, os sintomas são

imperceptíveis e, apesar dos grãos serem de boa qualidade comercial, poderão estar contaminados por teores elevados de micotoxinas.

Deste modo, é importante ressaltar que a giberela pode causar inúmeros problemas/prejuízos, a saber: dano direto (redução do rendimento de grãos), redução da qualidade dos grãos para moagem e panificação (causados pelos grãos danificados), descontos de preços e rejeição de grãos por contaminação com micotoxinas, perdas associadas aos custos de obtenção de grãos em áreas afetadas, custo do manejo da doença e custos oriundos dos testes para detecção e mitigação das micotoxinas.

Atualmente, há cultivares de trigo apenas com resistência parcial ao patógeno e as medidas de manejo não são 100% eficazes (REUNIÃO, 2020). Logo, a integração de práticas de manejo é necessária para minimizar os prejuízos quantitativos e/ou qualitativos causados pela giberela. No campo, a prevenção da contaminação por micotoxinas deve ser feita com a semeadura de cultivares mais resistentes, associada com a pulverização de fungicidas mais eficazes e no momento correto. Entretanto, mesmo com a adoção destas estratégias, em anos com condições climáticas favoráveis à ocorrência da doença, nem sempre é possível evitar a contaminação por micotoxinas. Assim, é necessário adotar estratégias complementares para minimizar esta contaminação na fase de pós-colheita (TIBOLA & FERNANDES, 2020b).

Vários trabalhos analisando a intensidade da doença (incidência e severidade), a diversidade da população do patógeno e a contaminação pelas micotoxinas foram publicados nas últimas três décadas nas principais regiões produtoras do mundo em que a epidemia da giberela ocorreu (NICOLLI *et al.*, 2018; COWGER *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2021; VAN DER LEE *et al.*, 2015), o que demonstra a enorme importância da mesma e a necessidade de realização de trabalhos para minimizar a problemática com a doença.

De acordo com Reis (1988), um fator que dificulta o controle do fungo *G. zeae* é a habilidade que este tem em colonizar restos de diversas culturas de inverno e gramíneas, tornando assim o controle pela rotação de cultura ineficiente. Para Reis *et al.* (1996) e Carmona (2001), a alternativa para o manejo da doença é a mistura de cultivares, considerando o mesmo tempo de emergência e maturação, no entanto, com diferente momento de antese, propiciando um meio de escape à doença caso ocorra chuva neste período. Porém, na prática tal estratégia nem sempre é viável.

A EMBRAPA informa em norma técnica publicada em 2021 que não existem cultivares resistentes o suficiente a ponto de não necessitar de ao menos uma aplicação de fungicidas. De acordo com Reis *et al.* (1996), o melhor controle da doença é observado quando se realiza aplicação de fungicida quando o trigo apresenta a maior proporção de espigas com anteras expostas, ou seja, aproximadamente aos 8 dias a partir do espigamento.

Apesar de se ter vários trabalhos científicos publicados sobre o efeito das diferentes estratégias no manejo giberela, são raros os trabalhos que abordam os fatores econômicos (custo-benefício) associados aos tratamentos (SALGADO *et al.*, 2014; SYLVESTER *et al.*, 2018; COWGER *et al.*, 2016; NGANJE *et al.*, 2004), ou seja, há necessidade de determinação dos custos associados com cada estratégia de manejo a ser empregada.

### 2.3 DANOS E PERDAS CAUSADOS PELA GIBERELA DO TRIGO

A quantificação dos danos e das perdas causadas por doenças de plantas é um fator essencial no manejo integrado, sendo o pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa de controle de doenças, independentemente do método a ser empregado (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

O termo dano é empregado no escopo desta dissertação com o significado de qualquer redução na quantidade de produção (rendimento de grãos) (ZADOKS, 1985). Perdas são definidas como a redução em retorno financeiro por unidade de área devido a ação de organismos nocivos. Cabe ressaltar que de acordo com Bergamin Filho & Amorim (1996) e Jesus Junior *et al.* (2001), dano geralmente acarreta perda, mas não necessariamente, já que mecanismos de preço podem interferir.

No tocante à giberela do trigo, Casa *et al.* (2004) quantificaram os danos na redução do rendimento de grãos, causados pela infecção natural do patógeno no campo, em diferentes cultivares de trigo, concluindo que o dano variou de 3,1 a 23,1%.

Em outro estudo, Reis *et al.* (1996) verificaram que os danos no rendimento de grãos de trigo, quantificados na Região Sul do Brasil de 1984 à 1994, foram, na média, 5,41%. De acordo com os autores, a partir da década de 90, com a adoção e difusão do sistema plantio direto em grandes áreas cultivadas, a giberela aumentou de intensidade. Os autores enfatizam a importância de se quantificar os danos causados pela giberela em diferentes estratégias de manejo.

Mehta (2014) relata que epidemias severas de giberela têm ocorrido com frequência, com danos superiores a 70%, o que pode resultar em maior dependência das importações de grãos para atender à demanda interna.

De acordo com Salgado *et al.* (2014 e 2015) muitas das cultivares de trigo moderadamente resistentes à giberela têm potencial de rendimento baixo a moderado quando comparados com algumas das cultivares suscetíveis à doença. Conseqüentemente, os produtores podem ganhar menos como resultado do menor rendimento de grãos se uma cultivar resistente for plantada em um ano de baixa intensidade da doença.

Da mesma forma, como os fungicidas não são 100% eficazes contra a giberela (EDWARDS & GODLEY, 2010; PAUL *et al.*, 2008; WILLYERD *et al.*, 2012), os produtores podem incorrer nos custos associados à pulverização de seus campos sem ver os benefícios em termos de redução da doença e das micotoxinas e aumento da produtividade e qualidade dos grãos. No entanto, em um ano com níveis moderados da doença, a redução de 70% de giberela e da micotoxina DON obtida pela integração de resistência e fungicida (WILLYERD *et al.*, 2012) pode ser suficiente para minimizar perdas e reduzir descontos de preços.

Dada a variabilidade da intensidade da giberela ano a ano e o fato de que nenhuma estratégia de manejo é 100% eficaz contra a doença, pesquisas são necessárias para determinar o custo-benefício do uso das diferentes estratégias de manejo integrado da giberela, de modo a auxiliar os produtores a tomar decisões de manejo mais assertivas, com embasamento técnico-econômico.

## 2.4 CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos de produção do trigo envolvem diferentes fatores, desde custos variáveis, custos fixos, até remuneração do capital próprio e da terra. O custo para produzir trigo no Paraná aumentou 40% do ano de 2020 para o ano de 2021 de acordo com dados fornecidos pelo Departamento de Economia Rural (DERAL, 2021), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado. Em maio de 2021, o custo total de produção do cereal era de R\$ 5.365 por hectare, frente aos R\$ 3.819 necessários para cultivar um hectare do cereal em maio de 2020. De acordo com a CONAB (2022), para o ano de 2022, o custo total de produção para a região de Itapeva-SP foi de R\$ 7.380,69 por hectare, incremento de aproximadamente 93% se comparado com 2020.

Diversos fatores impactam diretamente o custo de produção, como as variações constantes de preços dos fertilizantes e insumos (sementes, adubos e defensivos agrícolas). No segmento de *commodities* agrícolas, a lucratividade depende da eficiência e da eficácia dos produtores e das economias de escala, em um ambiente de mercado marcado pela livre concorrência, pelo fim do crédito subsidiado e pela instabilidade de preços (OZELAME; ANDREATTA, apud GASSON; ERRINGTON, 2013).

Diante das vulnerabilidades associadas aos aspectos produtivos, da complexidade das operações financeiras e da dificuldade de sustentar as margens de lucratividade, a gestão de custos tem se tornado uma necessidade para o planejamento das atividades e para a tomada de decisão dos agricultores (OZELAME; ANDREATTA, apud GASSON; ERRINGTON, 2013). Independentemente do tamanho (área) da propriedade, no contexto econômico atual, os custos de produção precisam ser monitorados e quantificados para garantir a sustentabilidade econômica do produtor.

Para exemplificar a composição dos custos de produção do trigo, tomou-se por base a produção na região de Itapeva/SP (município próximo ao local onde foi desenvolvido o experimento da dissertação), no ano de 2022, considerando uma produtividade média de 3.250 kg/ha (Tabela 2).

TABELA 2 – Custos de produção de trigo para a safra de inverno 2022 na região de Itapeva, São Paulo

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO POR HA	CUSTO / SACO (JUTA) - 60 kg	PARTICIPAÇÃO CV* (%)	PARTICIPAÇÃO CT** (%)
I - DESPESAS DO CUSTEIO				
1 - Operação com animal	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2 - Operação com Avião	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3 - Operação com máquinas:				
3.1 - Tratores e Colheitadeiras	663,3900	12,2472	12,0600	8,9900
3.2 - Conjunto de Irrigação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4 - Aluguel de Máquinas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5 - Aluguel de Animais	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6 - Mão de obra	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7 - Administrador	192,0000	3,5446	3,4900	2,6000
8 - Sementes e mudas	418,5000	7,7262	7,6100	5,6700
9 - Fertilizantes	2.275,0500	42,0009	41,3500	30,8200
<b>10 - Agrotóxicos</b>	<b>1.028,7700</b>	<b>18,9927</b>	<b>18,7000</b>	<b>13,9400</b>
11 - Receita	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12 - Outros:				

12.1 - Embalagens/Utensílios	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12.2 - Análise de Solo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12.3 - Demais Despesas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13 - Serviços Diversos	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL DAS DESPESAS DE</b>				
<b>CUSTEIO (A)</b>	<b>4.577,7100</b>	<b>84,5116</b>	<b>83,2100</b>	<b>62,0200</b>
<b>II - OUTRAS DESPESAS</b>				
14 - Transporte Externo	178,7500	3,3000	3,2500	2,4200
15 - Despesas Administrativas	137,3300	2,5353	2,5000	1,8600
16 - Despesas de armazenagem	101,1600	1,8676	1,8400	1,3700
17 - Beneficiamento	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18 - Seguro da Produção	183,1100	3,3805	3,3300	2,4800
19 - Seguro do crédito	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20 - Assistência Técnica	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21 - Classificação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22 - Outros	3,6700	0,0678	0,0700	0,0500
23 - CESSR	90,5000	1,6708	1,6400	1,2300
<b>TOTAL DAS OUTRAS DESPESAS</b>				
<b>(B)</b>	<b>694,5200</b>	<b>12,8219</b>	<b>12,6300</b>	<b>9,4100</b>
<b>III - DESPESAS FINANCEIRAS</b>				
24 - Juros do Financiamento	229,4900	4,2367	4,1700	3,1100
<b>TOTAL DAS DESPESAS</b>				
<b>FINANCEIRAS (C)</b>	<b>229,4900</b>	<b>4,2367</b>	<b>4,1700</b>	<b>3,1100</b>
<b>CUSTO VARIÁVEL (A+B+C=D)</b>	<b>5.501,7200</b>	<b>101,5702</b>	<b>100,0100</b>	<b>74,5400</b>
<b>IV - DEPRECIAÇÕES</b>				
25 - Depreciação de benfeitorias/instalações	294,9600	5,4455	5,3600	4,0000
26 - Depreciação de implementos	141,7000	2,6161	2,5800	1,9200
27 - Depreciação de Máquinas	187,7500	3,4662	3,4100	2,5400
<b>TOTAL DE DEPRECIAÇÕES (E)</b>				
<b>624,4100</b>	<b>11,5277</b>	<b>11,3500</b>	<b>8,4600</b>	
<b>V - OUTROS CUSTOS FIXOS</b>				
28 - Manutenção Periódica Benfeitorias/Instalações	142,0400	2,6223	2,5800	1,9200
29 - Encargos Sociais	87,5300	1,6160	1,5900	1,1900
30 - Seguro do capital fixo	23,1300	0,4271	0,4200	0,3100
31 - Arrendamento	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL DE OUTROS CUSTOS</b>				
<b>FIXOS (F)</b>	<b>252,7000</b>	<b>4,6653</b>	<b>4,5900</b>	<b>3,4200</b>
<b>CUSTO FIXO (E+F=G)</b>	<b>877,1100</b>	<b>16,1930</b>	<b>15,9400</b>	<b>11,8800</b>
<b>CUSTO OPERACIONAL (D+G=H)</b>	<b>6.378,8300</b>	<b>117,7632</b>	<b>115,9500</b>	<b>86,4200</b>
<b>VI - RENDA DE FATORES</b>				
32 - Remuneração esperada sobre o capital fixo	133,8600	2,4713	2,4300	1,8100
33 - Terra Própria	868,0000	16,0246	15,7800	11,7600
<b>TOTAL DE RENDA DE FATORES</b>				
<b>(F)</b>	<b>1.001,8600</b>	<b>18,4959</b>	<b>18,2100</b>	<b>13,5700</b>
<b>CUSTO TOTAL (H+I=J)</b>	<b>7.380,6900</b>	<b>136,2591</b>	<b>134,1600</b>	<b>99,9900</b>

\* Participação CV refere-se à participação do grupo nos Custos Variáveis;

\*\* Participação CT refere-se à participação do grupo nos Custos Totais.

Fonte: CONAB (2022).

Com base nessa análise verifica-se que os fertilizantes e agrotóxicos representam aproximadamente 30% e 14% dos custos de produção, respectivamente, tendo papel determinante no planejamento do produtor. A combinação destes dois fatores com outras despesas de custeio operacional faz com que a participação total dos custos variáveis chegue a 74,5% do custo total operacional.

O custo de produção da saca de trigo (60kg) em 2022 em Itapeva/SP foi de R\$136,25, com custo estimado por hectare de R\$ 7.380,69.

Para Martin *et. al* (1994), os custos da produção agrícola são divididos em quatro fatores de produção, a saber:

a) Operações agrícolas: para cada operação é definido o número de horas de trabalho gasto por categoria de mão-de-obra, trator e/ou veículos e equipamento envolvidos na operação;

b) Operações agrícolas efetuadas através de empreita: envolvendo operações de manutenção, cultivo, colheita, transporte, etc.;

c) Materiais de consumo: constituem-se dos materiais que são utilizados no processo de produção, podendo ser próprios e/ou adquiridos pelo produtor; e

d) Custos indiretos: que envolvem obrigações sociais, seguro, encargos financeiros para capital de custeio, custo de uso da terra, outras despesas com impostos e administração e outros custos fixos com capital ou com a formação da cultura perene, quando for o caso.

A maximização dos resultados de uma empresa ocorre na realização de sua atividade produtiva, pois sempre se busca obter a máxima produção em face da utilização de certa combinação de fatores. Os resultados ótimos poderão ser conseguidos quando houver a maximização da produção para um dado custo total ou minimizar o custo total para um dado nível de produção (VASCONCELOS; GARCIA, 2004, *apud* CONAB, 2010).

Para situações de análises de curto prazo é importante a análise econômica simplificada dos custos, ou seja, é essencial verificar se e como os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados e como a rentabilidade pode ser comparada a outras alternativas de emprego do tempo e do capital. As variáveis receita e preços são fundamentais para se verificar o lucro

econômico (retornos maiores que as melhores alternativas) e o lucro normal (retornos iguais às alternativas existentes) (REIS, 1997, *apud* CONAB, 2010).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DE CONDUÇÃO E TRATAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO

O experimento de manejo integrado da giberela do trigo foi conduzido na Universidade Federal de São Carlos, no *campus* Lagoa do Sino, localizado na cidade de Buri/SP, entre os meses de maio e outubro do ano de 2022 (Figura 1).

Figura 1 – Detalhe da área onde foi conduzido o experimento



Foram avaliadas 4 estratégias de manejo (Tratamento) da giberela em cada uma das cultivares (LG ORO e TBIO TORUK, consideradas moderadamente resistente e altamente suscetível à giberela, respectivamente), envolvendo aplicação ou não de fungicida (triazol + estrobilurina) e uso ou não de silício (na forma de silicato de potássio), a saber: **T1** = uso de fungicida (F) e aplicação de silicato de potássio (SP); **T2** = uso de fungicida (F) e não aplicação de silicato de potássio (NSP); **T3** = não uso de fungicida (NF) e aplicação de silicato de potássio (SP); **T4** = não uso de fungicida (NF) e não aplicação de silicato de potássio (NSP) (considerado tratamento controle), em condições de plantio irrigado (23°36'02.0" de latitude Sul e 48°31'51.1

de longitude oeste de Greenwich) e de sequeiro (23°35'36.1" de latitude Sul e 48°31'47.3" de longitude oeste de Greenwich), em altitude média de 590 metros.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 3 repetições. Foram avaliadas 2 cultivares (moderadamente resistente e altamente suscetível) e 4 combinações de manejo (sem aplicação de fungicida e silicato de potássio; aplicação de fungicida; aplicação de silicato de potássio; aplicação de fungicida e silicato de potássio), o que resulta na análise de 08 tratamentos (estratégias de manejo) e 24 parcelas, em cada situação de cultivo (sequeiro e irrigado por pivô central), totalizando 48 parcelas.

Cada parcela experimental foi composta por 20 linhas de 6 metros de comprimento cada, espaçadas de 17 cm, empregando-se densidade de plantio de 400 sementes por metro quadrado. Para evitar interferência entre os tratamentos as 5 fileiras laterais de cada lado da parcela bem como 1,0 metro do início e do final de cada linha foram utilizadas como bordadura, de modo que a parcela útil foi composta pelas 10 fileiras centrais.

As cultivares utilizadas foram LG ORO e TBIO TORUK, consideradas moderadamente resistente e altamente suscetível à giberela, respectivamente. Os tratamentos que envolveram fungicida (triazol + estrobilurina, mistura comercial de tebuconazole + trifloxystrobin, contendo 120 + 60g i.a./ha, na dosagem de 0,75 L/ha) foram aplicados com equipamento costal, à base de CO<sub>2</sub>, de pressão constante e volume de calda de 200 L/ha.

As aplicações de silicato de potássio ocorreram na(s) mesma(s) época(s) de aplicação de fungicidas, empregando-se o produto FertiSil (40g/L) (FertiSil®PQ Silicas Brazil Ltda, 26,7%SiO<sub>2</sub> e 13,1% K<sub>2</sub>O).

O clima da região é descrito como tropical quente e úmido com inverno predominantemente seco, atingindo temperaturas médias inferiores a 13°C e o verão chuvoso com temperaturas médias maiores que 29°C. Os índices pluviométricos médios mensais são de aproximadamente 190mm no verão e de 45mm no inverno.

### 3.2 AMOSTRAGEM DAS ESPIGAS DE TRIGO

Para a coleta das espigas de trigo de cada parcela foi utilizado instrumento de madeira de 50 centímetros de comprimento por 50 centímetros de largura, sendo esse colocado de forma aleatória dentro de cada parcela (Figura 2).

Figura 2 – Detalhe do instrumento de madeira utilizado na coleta das amostras de trigo



A coleta das amostras foi realizada através de corte das espigas próximo ao solo e posteriormente colocada dentro de sacos de papel. Após a coleta, as amostras em sacos de papel foram colocadas para secagem ao sol durante três dias (Figura 3).

Figura 3 – Amostras de trigo em sacos de papel colocadas para secagem ao sol



### 3.3 CONTAGEM DAS ESPIGAS

Após o período de secagem, cada amostra foi separada e limpa deixando-se apenas as espigas para contagem (Figura 4).

Figura 4 – Limpeza e contagem das espigas de trigo



### 3.4 DEBULHO E PESAGEM

Feita a limpeza, as espigas de trigo de cada parcela foram contadas. Posteriormente foram debulhadas manualmente, restando-se apenas os grãos de trigo, os quais foram pesados utilizando-se balança de precisão (Figura 5).

Figura 5 – Pesagem dos grãos de trigo



### 3.5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO

A estimativa da produção por hectare nos experimentos se baseou na Equação 1, considerando a área do instrumento utilizado para colheita da amostra e o peso dos grãos em cada parcela de estudo.

$$\text{Produção por hectare (PDHa)} = ((P_g * 10000)/0,25)/1000 \quad (1)$$

em que  $P_g$  é o peso do trigo (em gramas) em cada parcela estudada e 0,25 a área em metros quadrados do instrumento utilizado.

Para o cálculo da produção estimada, em reais (R\$), foi utilizado o valor de R\$ 1.838,11 por tonelada, conforme estabelecido pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-Esalq/USP) para o mês de dezembro de 2022.

O cálculo do saldo por hectare ( $L\ ha^{-1}$ ) foi obtido por (Equação 2):

$$\text{Saldo por hectare (L ha}^{-1}\text{)} = \text{PTE} - \text{CTP} \quad (2)$$

em que PTE é a produção total estimada obtida nas Tabelas 3 e 4, multiplicada pelo valor da tonelada de trigo informado no portal CEPEA-Esalq/USP,

considerando os cenários de sequeiro e irrigado, e CTP é o custo de produção total estimado por hectare por parcela utilizando as informações da Tabela 5.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DO TRIGO EM ÁREA DE SEQUEIRO

As amostras relativas à área de sequeiro foram separadas por parcela, número de espigas, peso das espigas, peso dos grãos e produção por hectare (Tabela 3).

TABELA 3 – Número de espigas, peso de espigas (g), peso de grãos (g) e produção por hectare (Kg) de todas as parcelas do experimento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro

<b>Cultivar LG ORO</b>				
<b>Parcela</b>	<b>Número de Espigas</b>	<b>Peso Espigas (g)</b>	<b>Peso Grãos (g)</b>	<b>Produção (kg/ha)</b>
BT1*	97	102	80	3200
BT2	113	117	92	3680
BT4**	124	131	102	4080
BT3	124	116	90	3600
AT4**	120	116	87	3480
AT3	87	80	59	2360
AT2	126	123	97	3880
AT1	140	141	107	4280
CT3	127	144	110	4400
CT4**	105	118	94	3760
CT1	99	109	84	3360
CT2	114	126	99	3960
Médias	117	117,5	93	3720
Coeficiente de Variação	13,00%	14,63%	14,69%	14,69%
Valor Mínimo	87	80	59	2360
Valor Máximo	140	144	110	4280
<b>Cultivar TBIO TORUK</b>				
AT1	118	133	105	4200
AT4**	117	112	85	3400
AT2	98	106	83	3320
AT3	106	135	94	3760
CT4**	104	126	89	3560
CT3	117	139	106	4240
CT1	136	149	107	4280

CT2	105	129	93	3720
BT3	97	98	78	3120
BT2	121	142	107	4280
BT4**	113	146	112	4480
BT1	128	162	119	4760
Médias	115	134	99,5	3980
Coefficiente de Variação	10,32%	13,90%	12,95%	12,95%
Valor Mínimo	97	98	78	3120
Valor Máximo	136	162	119	4760

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

Para que a interpretação dos dados seja homogênea o valor do coeficiente de variação não deve ser superior a 25%, sendo que no estudo, na área de sequeiro, esse valor ficou na faixa de 10,32% a 13,90%.

O número de espigas obtidos nos dois materiais genéticos foram próximos, sendo 117 e 115 para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK respectivamente, no entanto o valor mínimo foi verificado em TBIO TORUK (97 espigas na parcela BT3). Para o peso das espigas a diferença na média entre os materiais genéticos foi de 14%, sendo que TBIO TORUK apresentou melhor desempenho. O mesmo desempenho se repete nos valores mínimos e máximos encontrados, com desempenho superior para a TBIO TORUK com valor máximo de 162 gramas e mínimo de 98 gramas.

Não foi verificada diferença significativa na média do peso dos grãos nas parcelas do estudo para as 2 cultivares, no entanto, o valor mínimo encontrado para a TBIO TORUK novamente se destaca (78 gramas), valor superior 32% em relação ao menor valor encontrado na cultivar LG ORO na parcela AT3. A diferença entre os valores mínimos e máximos das 2 cultivares estudadas nas parcelas é refletida nos valores estimados de produção. A diferença de 32% no valor mínimo do peso dos grãos entre os materiais genéticos fica mais clara ao realizar a estimativa da produção por hectare. O mínimo produtivo calculado para a cultivar LG ORO foi de 2.360 kg por hectare (parcela AT3), enquanto que para a cultivar TBIO TORUK este valor foi de 3.120 kg/ha (parcela BT3).

Para a cultivar TBIO TORUK, o máximo produtivo calculado em relação à LG ORO foi superior em 11% aproximadamente, sendo a parcela BT1 apresentou melhor desempenho e produtividade estimada (4.760 kg/ha).

#### 4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DO TRIGO EM ÁREA IRRIGADA

As amostras relativas à área irrigada foram separadas por parcela, número de espigas, peso das espigas, peso dos grãos e produção por hectare (Tabela 4). Os valores dos coeficientes de variação encontrados para a produção estimada por hectare tanto da cultivar LG ORO quanto TBIO TORUK na área irrigada também não superaram 25%, sendo considerado homogêneo.

TABELA 4 – Número de espigas, peso de espigas (g), peso de grãos (g) e produção por hectare (Kg) das parcelas do experimento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada

Cultivar LG ORO				
Parcela	Número de Espigas	Peso Espigas	Peso Grãos	Produção (kg/ha)
BT1*	90	105	80	3200
BT2	104	133	102	4080
BT4**	159	194	150	6000
BT3	124	155	118	4720
AT4**	148	153	115	4600
AT3	176	214	153	6120
AT2	151	189	143	5720
AT1	92	115	89	3560
CT3	111	139	108	4320
CT4**	97	122	95	3800
CT1	136	179	142	5680
CT2	139	184	144	5760
Médias	130	154	116,5	4660
Coeficiente de Variação	21,95%	22,72%	22,05%	22,05%
Valor Mínimo	90	105	80	3200

Valor Máximo	176	214	153	6120
<b>Cultivar TBIO TORUK</b>				
AT1	82	115	86	3440
AT4**	122	132	103	4120
AT2	151	189	143	5720
AT3	102	138	105	4200
CT4**	114	148	112	4480
CT3	150	185	134	5360
CT1	138	160	114	4560
CT2	124	167	133	5320
BT3	131	169	122	4880
BT2	128	169	137	5480
BT4**	133	157	123	4920
BT1	123	163	118	4720
Médias	126	161,5	120	4800
Coefficiente de Variação	15,31%	13,29%	13,67%	13,67%
Valor Mínimo	82	115	86	3440
Valor Máximo	151	189	143	5720

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

As médias do número de espigas por parcela foram semelhantes, sendo 3% maior para a cultivar LG ORO. Os valores mínimos também não apresentaram diferença significativa, no entanto, o máximo encontrado para a cultivar LG ORO foi superior em 16%, ou seja, 176 espigas na parcela AT3 e 151 espigas na parcela AT2.

O peso médio das espigas não foi influenciado diretamente pelo número de espigas. A cultivar LG ORO, que teve maior média nas parcelas, não apresentou a maior média de peso das espigas. A cultivar TBIO TORUK teve média de 161,5 gramas no peso das espigas em comparação a 154 gramas da cultivar LG ORO.

Para a variável peso dos grãos, o melhor desempenho foi observado na cultivar TBIO TORUK (média de 120 gramas), ao passo que na LG ORO a média foi igual a 116,5 gramas.

Quando se compara o desempenho relativo dos dois sistemas de plantio, sequeiro e irrigado, verifica-se superioridade de aproximadamente 20% no plantio irrigado, desempenho este que se reflete na produção por hectare. O desempenho das cultivares (LG ORO e TBIO TORUK) no sistema de plantio irrigado foi semelhante, no entanto, superiores em relação ao cultivo em condições de sequeiro. No plantio irrigado a diferença entre as médias foi de 3%, com melhor rendimento para a cultivar TBIO TORUK, porém, comparando os dois sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado), a diferença é de 20% entre as cultivares TBIO TORUK e 24% entre as cultivares LG ORO.

#### 4.3 ANÁLISE DOS CUSTOS DAS ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA GIBERELA

Através da coleta de dados correspondentes ao cultivo do trigo no *Campus* Lagoa do Sino, foi estimado o custo por hectare para cada combinação de manejo da giberela, associado aos gastos totais por hectare para o plantio do trigo (Tabela 5).

TABELA 5 – Custos totais de condução da lavoura de trigo e custo gerado por cada estratégia de manejo da giberela para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, nas áreas irrigada e de sequeiro

<b>Grupo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo/ha</b>
Adubação de base	Fertilizante	R\$ 1.881,36
Adubação de cobertura	Ureia	R\$ 31,60
Regulador de crescimento	Moddus	R\$ 33,23
Semente	LG ORO	R\$ 330,00
Semente	TBIO TORUK	R\$ 330,00
Fungicida	Nativo	R\$ 70,92
Silicato - SK	-	R\$ 30,91
Combustíveis	-	R\$ 116,66
Despesas operacionais	-	R\$ 10,57
Energia Irrigação	-	R\$ 16,76
Seguros	-	R\$ 142,43
Recursos Humanos	-	R\$ 1,06
Salários	-	R\$ 633,26

**IRRIGADO**

<b>LG ORO</b>	
Controle	R\$ 3.196,93
Fungicida + SP	R\$ 2.976,92
Fungicida	R\$ 3.267,85
SP	R\$ 3.227,84
<b>TBIO TORUK</b>	
Controle	R\$ 3.196,93
Fungicida + SP	R\$ 2.976,92
Fungicida	R\$ 3.267,85
SP	R\$ 3.227,84
<b>SEQUEIRO</b>	
<b>LG ORO</b>	
Controle	R\$ 3.180,17
Fungicida + SP	R\$ 2.960,16
Fungicida	R\$ 3.251,09
SP	R\$ 3.211,08
<b>TBIO TORUK</b>	
Controle	R\$ 3.180,17
Fungicida + SP	R\$ 2.960,16
Fungicida	R\$ 3.251,09
SP	R\$ 3.211,08

Levando em consideração que os valores para aquisição das sementes das 2 cultivares são iguais, a diferença entre os valores dos tratamentos se dá exclusivamente pelo acréscimo do valor da energia para utilização do pivô central (área irrigada), utilização de fungicida, silicato de potássio (sp) ou a combinação de ambos. Os custos individualizados para cada estratégia de manejo da giberela (tratamento) foi associada aos dados de incidência da doença em cada parcela (Tabela 6).

Vale ressaltar que a utilização do termo saldo por hectare é o que melhor define o retorno financeiro após o plantio, cultivo e gastos financeiros. A utilização de termos diferentes, como lucro ou lucratividade, fica impedida pela apresentação de resultados negativos da equação 2, considerando cenários que o gasto operacional foi superior ao retorno obtido com a venda do trigo.

TABELA 6 – Incidência (%) da giberela do trigo, custo do tratamento (R\$/ha), produção estimada e saldo (R\$/ha), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro

<b>Cultivar LG ORO</b>					
Parcela	Tratamento	Incidência	Custo Tratamento/ha	Produção estimada	Saldo/ha
BT1	F + SP	6%	R\$ 3.282,00	R\$ 5.881,95	R\$ 2.599,95
BT2	F	7%	R\$ 3.251,09	R\$ 6.764,24	R\$ 3.513,15
BT4*	Controle	7%	R\$ 3.180,17	R\$ 7.499,49	R\$ 4.319,32
BT3	SP	10%	R\$ 3.211,08	R\$ 6.617,20	R\$ 3.406,12
AT4*	Controle	7%	R\$ 3.180,17	R\$ 6.396,62	R\$ 3.216,45
AT3	SP	4%	R\$ 3.211,08	R\$ 4.337,94	R\$ 1.126,86
AT2	F	7%	R\$ 3.251,09	R\$ 7.131,87	R\$ 3.880,78
AT1	F + SP	10%	R\$ 3.282,00	R\$ 7.867,11	R\$ 4.585,11
CT3	SP	5%	R\$ 3.211,08	R\$ 8.087,68	R\$ 4.876,60
CT4*	Controle	7%	R\$ 3.180,17	R\$ 6.911,29	R\$ 3.731,12
CT1	F + SP	7%	R\$ 3.282,00	R\$ 6.176,05	R\$ 2.894,05
CT2	F	5%	R\$ 3.251,09	R\$ 7.278,92	R\$ 4.027,83
Média		7%	R\$ 3.231,09	R\$ 6.745,86	R\$ 3.514,78
C.V.		26%	1%	15%	28%
V.Mín		5%	R\$ 3.180,17	R\$ 4.337,94	R\$ 1.126,86
V.Máx		10%	R\$ 3.282,00	R\$ 8.087,68	R\$ 4.876,60
<b>Cultivar TBIO TORUK</b>					
AT1	F + SP	5%	R\$ 3.282,00	R\$ 7.720,06	R\$ 4.438,06
AT4*	Controle	4%	R\$ 3.180,17	R\$ 6.249,57	R\$ 3.069,40
AT2	F	4%	R\$ 3.251,09	R\$ 6.102,53	R\$ 2.851,44
AT3	SP	9%	R\$ 3.211,08	R\$ 6.911,29	R\$ 3.700,21
CT4*	Controle	10%	R\$ 3.180,17	R\$ 6.543,67	R\$ 3.363,50
CT3	SP	8%	R\$ 3.211,08	R\$ 7.793,59	R\$ 4.582,51
CT1	F + SP	6%	R\$ 3.282,00	R\$ 7.867,11	R\$ 4.585,11
CT2	F	10%	R\$ 3.251,09	R\$ 6.837,77	R\$ 3.586,68
BT3	SP	12%	R\$ 3.211,08	R\$ 5.734,90	R\$ 2.523,82
BT2	F	12%	R\$ 3.251,09	R\$ 7.867,11	R\$ 4.616,02
BT4*	Controle	13%	R\$ 3.180,17	R\$ 8.234,73	R\$ 5.054,56
BT1	F + SP	13%	R\$ 3.282,00	R\$ 8.749,40	R\$ 5.467,40
Média		9%	R\$ 3.231,09	R\$ 7.217,65	R\$ 3.986,56
C.V.		36%	1%	13%	23%
V.Mín		4%	R\$ 3.180,17	R\$ 5.734,90	R\$ 2.523,82
V.Máx		13%	R\$ 3.282,00	R\$ 8.749,40	R\$ 5.467,40

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

Considerando as médias dos tratamentos, observou-se melhor desempenho econômico para a cultivar TBIO TORUK (13% superior). Os valores máximos e mínimos encontrados também apresentaram desempenho superior para a cultivar TBIO TORUK. No entanto, a incidência da doença ocorreu com maior intensidade na cultivar TBIO TORUK, tendo em vista que esse cultivar é considerada suscetível. Em termos econômicos e de incidência da doença, a parcela que apresentou melhor desempenho para o plantio em sequeiro foi a CT3, utilizando o tratamento com silicato de potássio, com 5% de incidência e saldo financeiro de R\$ 4.876,60.

Para o sistema de plantio irrigado, a tabela 7 apresentada segue o mesmo padrão de divisão e análise da tabela 6.

TABELA 7 – Incidência (%) da giberela do trigo, custo do tratamento (R\$/ha), produção estimada e saldo (R\$/ha), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada

<b>Cultivar LG ORO</b>					
Parcela	Tratamento	Incidência	Custo Tratamento/ha	Produção estimada	Saldo/ha
BT1	F + SP	5%	R\$ 3.298,76	R\$ 5.881,95	R\$ 2.583,19
BT2	F	7%	R\$ 3.267,85	R\$ 7.499,49	R\$ 4.231,64
BT4*	Controle	5%	R\$ 3.196,93	R\$ 11.028,66	R\$ 7.831,73
BT3	SP	4%	R\$ 3.227,84	R\$ 8.675,88	R\$ 5.448,04
AT4*	Controle	5%	R\$ 3.196,93	R\$ 8.455,31	R\$ 5.258,38
AT3	SP	5%	R\$ 3.227,84	R\$ 11.249,23	R\$ 8.021,39
AT2	F	4%	R\$ 3.267,85	R\$ 10.513,99	R\$ 7.246,14
AT1	F + SP	2%	R\$ 3.298,76	R\$ 6.543,67	R\$ 3.244,91
CT3	SP	3%	R\$ 3.227,84	R\$ 7.940,64	R\$ 4.712,80
CT4*	Controle	3%	R\$ 3.196,93	R\$ 6.984,82	R\$ 3.787,89
CT1	F + SP	4%	R\$ 3.298,76	R\$ 10.440,46	R\$ 7.141,70
CT2	F	3%	R\$ 3.267,85	R\$ 10.587,51	R\$ 7.319,66
Média		4%	R\$ 3.247,85	R\$ 8.816,80	R\$ 5.568,96
C.V		33%	1%	22%	35%
V.Mín		2%	R\$ 3.196,93	R\$ 5.881,95	R\$ 2.583,19
V.Máx		7%	R\$ 3.298,76	R\$ 11.249,23	R\$ 8.021,39
<b>Cultivar TBIO TORUK</b>					
AT1	F + SP	7%	R\$ 3.298,76	R\$ 6.323,10	R\$ 3.024,34
AT4*	Controle	8%	R\$ 3.196,93	R\$ 7.573,01	R\$ 4.376,08
AT2	F	12%	R\$ 3.267,85	R\$ 10.513,99	R\$ 7.246,14
AT3	SP	4%	R\$ 3.227,84	R\$ 7.720,06	R\$ 4.492,22

CT4*	Controle	11%	R\$ 3.196,93	R\$ 8.234,73	R\$ 5.037,80
CT3	SP	15%	R\$ 3.227,84	R\$ 9.852,27	R\$ 6.624,43
CT1	F + SP	11%	R\$ 3.298,76	R\$ 8.381,78	R\$ 5.083,02
CT2	F	12%	R\$ 3.267,85	R\$ 9.778,75	R\$ 6.510,90
BT3	SP	17%	R\$ 3.227,84	R\$ 8.969,98	R\$ 5.742,14
BT2	F	19%	R\$ 3.267,85	R\$ 10.072,84	R\$ 6.804,99
BT4*	Controle	19%	R\$ 3.196,93	R\$ 9.043,50	R\$ 5.846,57
BT1	F + SP	17%	R\$ 3.298,76	R\$ 8.675,88	R\$ 5.377,12
Média		13%	R\$ 3.247,85	R\$ 8.761,66	R\$ 5.513,81
C.V		40%	1%	14%	22%
V.Mín		4%	R\$ 3.196,93	R\$ 6.323,10	R\$ 3.024,34
V.Máx		19%	R\$ 3.298,76	R\$ 10.513,99	R\$ 7.246,14

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

No sistema de plantio irrigado, o melhor desempenho no manejo da doença ocorreu na parcela AT1, cultivar LG ORO, com 2% de incidência, quando se associou fungicida e silicato de potássio. O desempenho no manejo da doença não se refletiu no desempenho econômico, onde este foi de R\$ 3.244,91 e o maior valor encontrado para esta cultivar foi de R\$ 8.021,39.

A média do saldo econômico para ambas cultivares no cultivo irrigado foi superior em relação ao plantio em sequeiro, com desempenho 53% e 35% maior para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, respectivamente.

Quando se compara a incidência da doença, verifica-se que a mesma foi maior na cultivar TBIO TORUK, em condições de irrigação, tendo em vista que nesta situação há maior umidade, o que proporciona maior favorabilidade ao desenvolvimento do patógeno.

Os coeficientes de variação observados (Tabelas 6 e 7) para os tratamentos demonstram amostras homogêneas para as estimativas de produção. A diferença de desempenho para a cultivar LG ORO fica mais evidente, em que esta foi superior a 75%.

O uso do silicato de potássio proporcionou bom desempenho no manejo da doença, no cultivo irrigado, sendo que o custo total de utilização do mesmo não foi superior aos outros tratamentos adotados. Este ponto deve ser considerado pelo

produtor, tendo em vista que a incidência da doença no tratamento utilizando silicato de potássio foi semelhante a observada nos outros tratamentos.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os verificados por Salgado *et al.* (2014), os quais concluíram que o melhor desempenho no manejo da giberela foi obtido através da combinação de cultivar com média resistência e aplicações de fungicida, sendo que o desempenho econômico da combinação foi até 50% superior em relação aos outros tratamentos avaliados.

Do mesmo modo, Cowger *et al.* (2016) constataram que a única combinação viável para o manejo da giberela era através da utilização de fungicida e cultivar com algum nível de resistência ao patógeno. Os autores enfatizaram que o nível de resistência da cultivar à giberela era fator determinante para a lucratividade.

Windels (2000) ressalta que os erros na tomada de decisão durante o plantio e manejo da giberela resultam em perdas financeiras. Tal situação penaliza o produtor rural por decisões equivocadas durante o manejo da giberela, resultando em perdas econômicas que poderiam ser evitadas.

#### 4.4 QUANTIFICAÇÃO DOS DANOS E PERDAS NAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA GIBERELA

Considerando a incidência da doença nas parcelas e as informações dos custos de cada tratamento, calculou-se o  $\Delta$  (delta) para incidência da giberela, para média da produção estimada e para a média do lucro, na área de sequeiro (Tabela 8) e irrigada (Tabela 9) através da Equação 3. Cabe ressaltar que para o cálculo do delta se utilizou como valor de referência as médias do tratamento considerado controle (Tratamento 4 – sem uso de fungicida e sem aplicação de silicato de potássio).

$$\Delta \text{ (delta)} = [(EP) / MC] * 100 \quad (3)$$

em que EP é o valor estimado da incidência da doença, produção ou lucro na parcela a ser estudada e MC é a média do grupo controle do Tratamento T4 para as variáveis de incidência da doença, produção ou lucro.

TABELA 8 –  $\Delta$  da incidência da giberela,  $\Delta$  Produção estimada e  $\Delta$  Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área de sequeiro

<b>SEQUEIRO</b>				
<b>Cultivar LG ORO</b>				
Parcela	Tratamento	▲ Doença	▲ Produção	▲ Lucro
Média	-	7,00%	R\$ 6.935,80	R\$ 3.755,63
BT1	F + SP	85,71%	84,81%	69,23%
BT2	F	100,00%	97,53%	93,54%
BT4*	Controle	100,00%	108,13%	115,01%
BT3	SP	142,86%	95,41%	90,69%
AT4*	Controle	100,00%	92,23%	85,64%
AT3	SP	57,14%	62,54%	30,00%
AT2	F	100,00%	102,83%	103,33%
AT1	F + SP	142,86%	113,43%	122,09%
CT3	SP	71,43%	116,61%	129,85%
CT4*	Controle	100,00%	99,65%	99,35%
CT1	F + SP	100,00%	89,05%	77,06%
CT2	F	71,43%	104,95%	107,25%
Média ▲		97,62%	97,26%	93,59%
<b>Cultivar TBIO TORUK</b>				
Média	-	9,00%	R\$ 7.009,33	R\$ 3.829,16
AT1	F + SP	55,56%	110,14%	115,90%
AT4*	Controle	44,44%	89,16%	80,16%
AT2	F	44,44%	87,06%	74,47%
AT3	SP	100,00%	98,60%	96,63%
CT4*	Controle	111,11%	93,36%	87,84%
CT3	SP	88,89%	111,19%	119,67%
CT1	F + SP	66,67%	112,24%	119,74%
CT2	F	111,11%	97,55%	93,67%
BT3	SP	133,33%	81,82%	65,91%
BT2	F	133,33%	112,24%	120,55%
BT4*	Controle	144,44%	117,48%	132,00%
BT1	F + SP	144,44%	124,83%	142,78%
Média ▲		98,15%	102,97%	104,11%

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

Através da média do ▲ da incidência da doença observou-se maior intensidade na cultivar LG ORO, no entanto, em níveis comparativos absolutos, os danos foram menores na parcela AT3 utilizando apenas silicato de potássio, com redução de danos da ordem de 57,14% em relação à média do tratamento controle (T4). Para o ▲ da produção e do lucro, os quais representam o desempenho produtivo e econômico, os melhores resultados foram verificados na cultivar TBIO TORUK.

TABELA 9 – ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada

IRRIGADO				
Cultivar LG ORO				
Parcela	Tratamento	▲ Doença	▲ Produção	▲ Lucro
Média	-	4,33%	R\$ 8.822,93	R\$ 5.626,00
BT1	F + SP	115,38%	67%	45,92%
BT2	F	161,54%	85%	75,22%
BT4*	Controle	115,38%	125%	139,21%
BT3	SP	92,31%	98%	96,84%
AT4*	Controle	115,38%	96%	93,47%
AT3	SP	115,38%	128%	142,58%
AT2	F	92,31%	119%	128,80%
AT1	F + SP	46,15%	74%	57,68%
CT3	SP	69,23%	90%	83,77%
CT4*	Controle	69,23%	79%	67,33%
CT1	F + SP	92,31%	118%	126,94%
CT2	F	69,23%	120%	130,10%
Média ▲		96,15%	99,93%	98,99%
Cultivar TBIO TORUK				
Média	-	12,67%	R\$ 8.283,75	R\$ 5.086,82
AT1	F + SP	55,26%	76,33%	59,45%
AT4*	Controle	63,16%	91,42%	86,03%
AT2	F	94,74%	126,92%	142,45%
AT3	SP	31,58%	93,20%	88,31%
CT4*	Controle	86,84%	99,41%	99,04%
CT3	SP	118,42%	118,93%	130,23%
CT1	F + SP	86,84%	101,18%	99,93%

CT2	F	94,74%	118,05%	128,00%
BT3	SP	134,21%	108,28%	112,88%
BT2	F	150,00%	121,60%	133,78%
BT4*	Controle	150,00%	109,17%	114,94%
BT1	F + SP	134,21%	104,73%	105,71%
Média ▲		100,00%	105,77%	108,39%

\*A, B e C representam os blocos e T1 a T4 os tratamentos (T1 = uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T2 = uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio; T3 = não uso de fungicida e aplicação de silicato de potássio; T4 = não uso de fungicida e não aplicação de silicato de potássio)

\*\*Parcelas do tratamento considerado controle, em que não se aplicou fungicida e silicato de potássio

Na área irrigada verificou-se que a cultivar LG ORO apresentou desempenho melhor em relação a TBIO TORUK, proporcionando redução de 96,15% na incidência da doença em relação à média do tratamento controle (T4). Para o desempenho do ▲ de produção e lucratividade, a cultivar TBIO TORUK apresentou desempenho superior, com incremento de 105,77% e 108,39% nas médias. O desempenho médio do ▲ da doença foi superior em 3,75% na cultivar TBIO TORUK, o que pode comprometer a produção.

Dentre as parcelas estudadas nos dois sistemas de cultivo, observou-se que a parcela CT2 apresentou maior redução dos danos causados pela doença (30,77%) e maior incremento produtivo (20%) em relação ao tratamento controle (T4).

TABELA 10 – Média ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área sequeiro

SEQUEIRO			
Cultivar LG ORO			
	▲ Doença	▲ Produção	▲ Lucro
Média ▲	97,62%	97,26%	93,59%
Cultivar TBIO TORUK			
Média ▲	98,15%	102,97%	104,11%

Na área de sequeiro, observou-se que o desempenho relativo da média do ▲ (delta) encontrado foi superior para o cultivar TBIO TORUK em relação ao cultivar LG ORO para a produção e lucratividade, no entanto, inferior para o controle da doença, confirmando o índice de resistência à doença.

TABELA 11 – Média ▲ da incidência da giberela, ▲ Produção estimada e ▲ Lucro em relação às médias do tratamento considerado controle (T4), por parcela e tratamento, para as cultivares LG ORO e TBIO TORUK, na área irrigada

IRRIGADO			
Cultivar LG ORO			
	▲ Doença	▲ Produção	▲ Lucro
Média ▲	96,15%	99,93%	98,99%
Cultivar TBIO TORUK			
Média ▲	100%	105,77%	108,39%

Os resultados obtidos para os valores de delta corroboram com o trabalho publicado por Salgado *et al.* (2014), em que os autores concluíram que os tratamentos que apresentaram melhor desempenho no manejo da giberela empregaram fungicida.

Panisson *et al.* (2003) ressaltam a importância da adoção de medidas de manejo para evitar os danos causados pela giberela. Casa *et al.* (2003) observaram que a giberela causou danos de até 23%. Adicionalmente, Casa *et al.* (2007) enfatizaram a necessidade de utilização de ao menos uma medida de manejo da giberela, no entanto, para o estudo em questão, a medida adotada ainda resultou em severidade de 46,6%.

Com base nos resultados obtidos no trabalho fica claro a necessidade de se avaliar a viabilidade econômica das estratégias de manejo da giberela para ajudar os produtores a tomar decisões de manejo mais assertivas, com base em análise técnico-econômica. Apesar de inúmeros relatos dos danos e das perdas causadas pela giberela na literatura, na maioria dos casos não são fornecidas informações quantitativas específicas referentes a relação giberela-dano e giberela-perda em diferentes estratégias de manejo.

## 5 CONCLUSÕES

O plantio do trigo com irrigação proporcionou melhor desempenho geral, proporcionando incrementos produtivo de 2,85% e de lucratividade de 3,69%.

O melhor custo-benefício no manejo da giberela do trigo foi obtido integrando-se cultivar LG ORO com aplicação de fungicida, o que proporcionou redução de 30,77% na incidência da giberela, incremento produtivo de 20% e saldo positivo de R\$ 7.319,66, em relação ao tratamento controle.

## Referências

- AGROSTAT. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- BAUMGRATZ, Edilson Inácio *et al.* Produção de Trigo: a decisão por análise econômico-financeira. **Revista de Política Agrícola**, Cruz Alta, v. 21, n. 3, p. 8-21, jul. 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1293>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- BERGAMIN FILHO, Armando e AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres.1996, 299p.
- CARMONA, M. Enfermedades del trigo. Su manejo y control. **Cuaderno de actualización Técnica**, N 63, de los CREA. P. 78-93, 2001.
- CASA, R.T., REIS, E.M., BLUM, M.M.C., BOGO, A., SCHEER, O. & ZANATA, T. Danos causados pela infecção de Gibberella zeae em trigo. **Fitopatologia Brasileira** 29:289-293. 2004.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA - Esalq/USP. **Preços Agropecuários**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 22 dez. 2022.
- COELHO, Jackson Dantas. Trigo: produção e mercados. **Caderno Setorial: ETENE**, Fortaleza - Ce, v. 6, n. 203, p. 1-14, dez. 2021. Disponível em: <https://bitly.com/rxuLf>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.6 - Safra 2018/19- n.4 – Monitoramento agrícola. Brasília, 2019. 126 p.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Trigo: análise mensal**. Análise mensal. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3JhOKdB>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- CONAB. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2010. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/images/arquivos/informacoes\\_agricolas/metodologia\\_custo\\_producao.pdf](https://www.conab.gov.br/images/arquivos/informacoes_agricolas/metodologia_custo_producao.pdf). Acesso em: 12 dez. 2022.
- COWGER, Christina *et al.* Profitability of Integrated Management of Fusarium Head Blight in North Carolina Winter Wheat. **Phytopathology**®, [S.L.], v. 106, n. 8, p. 814-823, ago. 2016. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-10-15-0263-r>.
- DA LUZ, M. R. *et al.* Caracterização de cultivares de triticales à giberela. **Embrapa**, Brasília, p.1-23, 2015.

DEL PONTE, E. M.; FERNANDES, J.M.C.; PIEROBOM, C.R. *et al.* Giberela do trigo – Aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.587-605, 2004.

DERAL. **Departamento de Economia Rural**. 2022. <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Departamento-de-Economia-Rural-Deral>. Acesso em: 15 dez. 2022.

EDWARDS, S.G.; Godley, N.P. 2010. Reduction of Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat with early fungicide applications of prothioconazole, **Food Addit. Contam.** 27:629-635.

EMBRAPA. **Trigo irrigado no Cerrado bate sucessivo recorde mundial de produtividade com cultivar da Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/64981073/trigo-irrigado-no-cerrado-bate-sucessivo-recorde-mundial-de-produtividade-com-cultivar-da-embrapa>. Acesso em: 28 jul. 2022.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO**: faostat. Faostat. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>. Acesso em: 18 jul. 2022.

GHINI, R; HAMADA, E. **Mudanças climáticas**: impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

GHINI, Raquel. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 109p.

JESUS JUNIOR, W. C.; VALE, F. X.R. COELHO, Reginaldo Resende ; HAU, Bernhard ; ZAMBOLIM, Laércio ; COSTA, Luiz Cláudio ; BERGAMIN FILHO, Armando. Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**, v. 91, n.11, p.1045-1053, 2001.

LAU, Douglas *et al.* Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo. **Comunicado Técnico**: Embrapa, Passo Fundo, v. 6, n. 51, p. 225-270, dez. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129989/principais-doencas-do-trigo-no-sul-do-brasil-diagnostico-e-manejo>. Acesso em: 02 dez. 2022.

LIMA, Maria Imaculada Pontes Moreira. **Giberela ou Brusone?**: Orientações para a identificação correta dessas enfermidades em trigo e em cevada. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/3S5oQ0y>. Acesso em: 11 jun. 2022.

MARTIN, Nelson Batista *et al.* Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 97-122, ago. 1994. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/tec1-0994.pdf](http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/tec1-0994.pdf). Acesso em: 26 nov. 2022.

MEHTA, Y.R. Spike diseases caused by fungi. In: MEHTA, Y.R. (Editor). **Wheat Diseases and Their Management**. Switzerland: **Springer International Publishing**, 2014. pp. 65-104.

MELLO, Antonio Carlos Lopes *et al.* Produção de grãos em famílias de trigo em condições de estresse hídrico. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 14., 2022, Santa Maria. **Anais [...]** . S.l: S.l, 2022. p. 1-2. Disponível em:

<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/113414>. Acesso em: 12 out. 2022.

NICOLLI, Camila Primieri *et al.*; Espécies micotoxigênicas e as principais micotoxinas no trigo. In: Tibola, Casiane Salete & Fernandes, José Maurício Cunha. **Micotoxinas no trigo: estratégias de manejo para minimizar a contaminação**. Brasília, DF: Embrapa, 2020, 120p.

NGANJE, William E. *et al.* Regional Economic Impacts of Fusarium Head Blight in Wheat and Barley. **Review Of Agricultural Economics**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 332-347, set. 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9353.2004.00183.x>.

OZELAME, Odimar; ANDREATTA, Tanice. A produção de cereais em uma propriedade no município de Chapecó - SC. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 212-218, 2013.

PANISSON, Edivan *et al.* Quantificação de danos causados pela giberela em cereais de inverno, na safra 2000, em Passo Fundo, RS. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 189-192, 2003.

PANISSON, E.; REIS, E. M.; BOLLER, W. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar e infecção de anteras em trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 489-494, 2002.

PAUL, P. A., Lipps, P. E., HERSHMAN, D. E., MCMULLEN, M. P., DRAPER, M. A. & MADDEN, L. V. 2008. Efficacy of triazole-based fungicides for Fusarium head blight and deoxynivalenol control in wheat: A multivariate meta-analysis. **Phytopathology** 98:999-1011.

REIS, E.M., BLUM, M.M.C., CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. Grain losses caused by infection of wheat heads by *Gibberella zeae* in southern Brazil, from 1984 to 1994. **Summa Phytopathologica**, v.22, n.134-137, 1996.

REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças dos Cereais de inverno: Diagnose, **Epidemiologia e controle**. 2. Ed. Ver. Atual. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

REIS, E. M.; DANELLI, A.L.D: Ciclo biológico da giberela. **Revista Plantio Direto**, edição 129, maio/junho de 2012.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. Doenças do Trigo. IN: KIMATI KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. & REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 3. Ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995, v. 2, p. 725- 736

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (13.: 2020: Passo Fundo, RS). **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2020**/Paulo Kuhnem...[et al.]; Biotrigo Genética – Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2020. 255 p. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoestecnicasparatrigoetriticale/safra2020-1592946148.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SALGADO, Jorge David *et al.* Efficacy and Economics of Integrating In-Field and Harvesting Strategies to Manage Fusarium Head Blight of Wheat. **Plant Disease**, [S.L.], v. 98, n. 10, p. 1407-1421, out. 2014. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/pdis-01-14-0093-re>.

SALGADO, J. D., MADDEN, L. V. & PAUL, P. A. 2015. Quantifying the effects of Fusarium head blight on grain yield and test weight in soft red winter wheat. **Phytopathology** 105:295-306.

SANTOS, Leandro Pereira dos *et al.* Agronegócio brasileiro no comércio internacional. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 54-69, 2019. Revista de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15065>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16354/13320>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SUTTON, J. C. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 4, n. 2, p. 195- 209, Feb. 1982.

SNIJDERS, C. H. A. The inheritance of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. **Euphytica**, Dordrecht, v. 50, n. 1, p. 11-18, Jan. 1990.

SYLVESTER, Phillip N. *et al.* Evaluating the Profitability of Foliar Fungicide Programs in Mid-Atlantic Soft-Red Winter Wheat Production. **Plant Disease**, [S.L.], v. 102, n. 8, p. 1627-1637, ago. 2018. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/pdis-09-17-1466-re>.

TIBOLA, Casiane Salete. Capítulo 6 Métodos físicos de processamento de grãos de trigo e distribuição de micotoxinas em produtos e derivados. **Micotoxinas no trigo Estratégias de manejo para minimizar a contaminação**, p. 74, 2020.

TELLES NETO, F. X. B.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Viabilidade de *Fusarium graminearum* em sementes de trigo durante o armazenamento. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 414-415, 2007.

VAN DER LEE, T.; ZHANG, H.; VAN DIEPENINGEN, A.; WAALWIJK, C. Biogeography of *Fusarium graminearum* species complex and chemotypes: a review. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 32, n. 4, p. 453-460, 2015.

WILLYERD, K. T., Li, C., MADDEN, L. V., BRADLEY, C. A., BERGSTROM, G. C., SWEETS, L. E., MCMULLEN, M., RANSOM, J. K., GRYBAUSKAS, A., OSBORNE, L., WEGULO, S. N., HERSHMAN, D. E., WISE, K., BOCKUS, W. W., GROTH, D., DILL-MACKY, R., MILUS, E., ESKER, P. D., WAXMAN, K. D., ADEE, E. A., EBELHAR, S. E., YOUNG, B. G. & PAUL, P. A. 2012. Efficacy and stability of

integrating fungicide and cultivar resistance to manage Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat. **Plant Dis.** v. 96, p. 957-967.

WINDELS, Carol E.. Economic and Social Impacts of Fusarium Head Blight: changing farms and rural communities in the northern great plains. **Phytopathology**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 17-21, jan. 2000. Scientific Societies.  
<http://dx.doi.org/10.1094/phyto.2000.90.1.17>.

ZADOKS, J. C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p. 455-473, 1985.

ZADOKS, J. C. & SCHEIN, R. D. **Epidemiology and Plant Disease Management**. Oxford University Press, New York 1979. 429p.