



RAFAELA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

**USO DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO
CONTROLADA EM TRIGO**

LAVRAS – MG

2023

RAFAELA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

USO DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM TRIGO

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de bacharel.

Prof. Dr. José Maria Villela Pádua

Orientador

LAVRAS - MG

2023

RAFAELA DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

USO DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM TRIGO

USE OF CONTROLLED RELEASE FERTILIZERS IN WHEAT

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de bacharel.

APROVADA em ____ de _____ de _____

Dr. (a) _____

Dr. (a) _____

Prof. Dr. José Maria Villela Pádua

Orientador

LAVRAS - MG

2023

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para a sua realização. Este momento ficará marcado em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por chegar até aqui.

Ao professor José Maria, pela oportunidade e por todo aprendizado durante minha jornada no Pro-Trigo.

Aos meus pais e meu irmão, por sempre confiarem em mim.

A todos os professores, que contribuíram para a minha formação profissional nessa trajetória.

À República Xamego, a família que Lavras me proporcionou.

À UFLA, pela vivência e aprendizado.

RESUMO

A escolha certa da fonte, dose e época de aplicação do fertilizante nitrogenado contribui para minimizar as perdas de nitrogênio (N). O presente trabalho tem como objetivo avaliar as consequências em produtividade do uso de novas tecnologias em adubação nitrogenada na cultura do trigo de sequeiro. Para tal fim, os ensaios foram realizados na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Lavras (Fazenda Muquém) no município de Lavras/MG. Foram avaliadas 27 cultivares de trigo em dois sistemas de adubação nitrogenada, sendo um considerado convencional (MAP para semeadura e Ureia para cobertura) e o segundo utilizando o nitrogênio de liberação controlada, Polyblen Milho (27-17-00). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema fatorial com os fatores cultivares e tipo de adubação. As características avaliadas foram: produtividade em kg.ha⁻¹, peso do hectolitro em kg.hl⁻¹, incidência de brusone, altura da espiga e peso de mil grãos. Após a coleta dos dados, foi feita a análise de variância e posterior teste de médias utilizando o software R. Buscou-se também fazer análise econômica do custo do MAP, Ureia e Polyblen, bem como o retorno em produtividade. Como resultados para produtividade de grãos foi observado que tanto a interação como a interação entre eles foram significativas. No teste de médias, o uso da adubação convencional se mostrou mais produtiva que o uso do fertilizante de liberação controlada. Essa situação foi semelhante para as demais características com exceção do peso hectolitro na qual não foram detectadas diferenças significativas. Conclui-se que existe interação entre os fatores para as principais características avaliadas e diferença significativa na interação entre os fatores bem como para os mesmos isolados.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; Adubação nitrogenada; Sul de Minas Gerais; Polyblen milho; Fertilizante de liberação controlada.

ABSTRACT

The right choice of source, dose and time of application of nitrogen fertilizer helps to minimize nitrogen (N) losses. The objective of this work was to evaluate the consequences on productivity of the use of new technologies in nitrogen fertilization in dryland wheat. For this purpose, the tests were carried out at the Experimental Farm of the Federal University of Lavras (Fazenda Muquém) in the municipality of Lavras/MG. Twenty-seven wheat cultivars were evaluated in two nitrogen fertilization systems, one considered conventional (MAP for sowing and Urea for coverage) and the second using controlled release nitrogen, Polyblen Maize (27-17-00). The experimental design was randomized blocks in a factorial scheme with the factors being cultivars and type of fertilization. The evaluated characteristics were: productivity in kg. ha⁻¹, hectoliter weight in kg. hl⁻¹, blast incidence, ear height (in cm) and thousand grain weight in g. After collecting the data, analysis of variance and subsequent test of means were performed using the R software. An attempt was also made to carry out an economic analysis of the cost of MAP, Urea and Polyblen, as well as the return on productivity. As results for grain yield there was interaction between the significant factors, as well as the two isolated factors were significant. In the average test, the use of conventional fertilization was more productive than the use of controlled release fertilizer. This situation was similar for the other characteristics, with the exception of the hectoliter weight, in which no significant differences were detected. It is concluded that there is interaction between the factors for the main characteristics evaluated and there was a significant difference in the interaction between the factors as well as for the same isolates.

Key words: *Triticum aestivum* L; Nitrogen fertilization; South of Minas Gerais; Corn Polyblen, Controlled release fertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do experimento.....	17
Figura 2 - Temperatura média e clima de fevereiro a junho de 2021.....	18

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Médias de produtividade (kg. ha ⁻¹) para as diferentes cultivares nos dois diferentes tipos de adubação (Convencional e Polyblen)	22
Gráfico 2 - Médias de produtividade (kg. ha ⁻¹) comparando os dois diferentes tipos de adubação (Convencional e Polyblen)	22
Gráfico 3 - Médias de incidência de brusone.....	26
Gráfico 4 - Médias da altura espiga (cm).....	27
Gráfico 5 - Médias do peso de mil grãos (g).....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no trabalho.....	19
Tabela 2 - Análise de variância para a característica produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)...	21
Tabela 3 - Análise de variância dados médios do peso hectolitro (pH).....	24
Tabela 4 - Análise de variância de incidência de brusone.....	25
Tabela 5 - Análise de variância altura espiga (cm).....	27
Tabela 6 - Análise de variância do peso de mil grãos (g).....	28
Tabela 7 - Estimativas de preço em função da adubação convencional e por Polyblen..	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.1 Aspectos gerais sobre o trigo no mundo e no Brasil	9
3.2 Trigo tropical em Minas Gerais	10
3.3 A adubação do trigo	11
3.4 Nitrogênio em gramíneas (trigo)	12
3.5 Fertilizante de liberação controlada	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5.1 Produtividade de grãos	21
5.2 Peso do hectolitro	23
5.3 Incidência de Brusone	24
5.4 Altura da espiga	26
5.5 Peso de mil grãos	28
5.6 Análise do custo benefício	29
6 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

Em 2021, o estado de Minas Gerais teve uma produção de trigo de aproximadamente 227 mil toneladas (CONAB, 2022). O estado é o quarto maior produtor de trigo do Brasil, vez que este valor corresponde a aproximadamente 4% da produção nacional, a qual se concentra nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas. Além da necessidade de incremento de produção na busca da autossuficiência, sabe-se ainda que a cultura do trigo vem se consolidando como excelente opção na composição dos sistemas de produção agrícolas sustentáveis. Cultura que se consolida como uma alternativa para sucessão e rotação em sistemas de produção de grãos, hortaliças, entre outros. Porém, as vantagens mencionadas, em sua maioria, são fruto de pesquisas geradas em regiões subtropicais e, por isso, até o presente momento, existem poucas técnicas agronômicas já avaliadas em pesquisas na região de Minas Gerais (CANTARELLA, 2014).

O interesse em maximizar a produção de trigo tem estimulado a adoção de práticas intensivas de manejo da cultura, das quais se destaca a utilização de elevadas doses de adubação nitrogenada. Neste sentido, o nitrogênio (N) é um fator limitante na adubação, pois apesar de ser um dos responsáveis pelo enchimento de grãos, seu manejo é limitado, devido à dificuldade das avaliações na sua oferta no solo e os riscos de perdas por evaporação e lixiviação. Com isso, sua aplicação deve ser feita em doses parceladas nos momentos cruciais da cultura (CANTARELLA, 2014).

As perdas de nitrogênio levam à baixa recuperação deste nutriente pelas plantas, com consequentes prejuízos na produção (CABEZAS et al., 1997). Em relação a perdas por volatilização, é possível encontrar de 17 % a 78 % de nitrogênio quando a fonte utilizada foi ureia em formas diferentes de manejo e aplicação. As maiores perdas ocorreram em sistema plantio direto (SPD) sob palhada, sem revolvimento, e os menores quando aplicada sob superfície do solo em plantio convencional (SPC).

Uma alternativa para se reduzir as perdas de N e aumentar a produção é o parcelamento da adubação nitrogenada, muito embora tal prática contribua com o aumento dos custos da produção. Neste sentido, mais recentemente também tem sido frequente e crescente o interesse pela pesquisa por fertilizantes considerados mais eficientes, os denominados de fertilizantes de liberação lenta ou de liberação controlada que visam sobremaneira a economia na mão de obra e o melhor e maior aproveitamento pelas plantas (PAIVA et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Compreender a eficiência de novas tecnologias em adubação nitrogenada para a cultura do trigo de sequeiro nas condições do Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes.

2.2 Objetivos específicos

Definir as zonas de manejo com diferentes potenciais produtivos dentro da área manejada uniformemente.

Verificar a influência das zonas de manejo na dose recomendada de nitrogênio na cultura do trigo.

Averiguar a possibilidade da utilização de Polyblen no trigo, pautando-se na avaliação de sua viabilidade econômica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais sobre o trigo no mundo e no Brasil

Originado na Mesopotâmia como uma fonte alimentar relevante à civilização, o trigo (*Triticum aestivum*) é uma gramínea de importância mundial e está entre as três maiores culturas de cereais. É uma das *commodities* agrícolas envolvida mundialmente na produção e no comércio de grãos (PIRES et al., 2011).

No mundo, a produção de trigo atinge o patamar de 750 milhões de toneladas por ano. Somente no Brasil são produzidos aproximadamente 7 milhões desse valor. No entanto, os maiores produtores deste cereal são a China e a Índia (PIRES et al., 2011).

Em 1530, a produção do trigo teve início no Brasil e concentrou-se no Sul do país, em razão de ser um cereal de inverno e necessitar de temperaturas mais amenas para seu desenvolvimento. Hoje, a produção localiza-se em maiores porcentagens nos estados de Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, contabilizando 90% da produção. E o restante, contabilizado em 10% está localizado no cerrado, no centro-oeste do país (PIRES et al., 2011).

Sabe-se que um dos interesses da triticultura está atrelado à movimentação do mercado internacional, o que conduz a alta do preço do produto. Uma relevante modificação advinda do cenário internacional é a invasão da Ucrânia pela Rússia o que fez com que o preço disparasse. Como consequência da guerra, tem-se uma inconstância para os cereais de modo geral. Nos dias atuais, o trigo se encontra em uma nova era, tempo de maior valorização, no qual as áreas

de cultivo possivelmente aumentarão. A rentabilidade da safra 2020/21 superou os 30% da última safra (DEUTSCHE, 2022).

O cerrado é a principal aposta da agricultura brasileira para diminuir a importação de trigo. Apresenta condições favoráveis para o cultivo, de modo que a grande vantagem dessa região é o frio no período da noite aliado ao calor durante o dia. O maior diferencial é a ausência de chuva na colheita, isso permite que o trigo tenha maior qualidade e seja um dos melhores trigos produzidos no país. De acordo com a Embrapa, acredita-se que a autossuficiência da cultura venha a partir do cultivo no cerrado, região marcada pela produtividade de trigo com boa qualidade para panificação. Esse retorno de qualidade faz com que os moinhos de outros estados, até mesmo do Sul, busquem por trigos na região do cerrado (SANGOI et al., 2022).

Com a tecnologia existente, é possível que em dez anos a produção aumente para 22 milhões de toneladas. Considerando a continuidade das pesquisas, a qualificação dos produtores, bem como as boas opções de sementes qualificadas e boas cultivares, imagina-se que nesse período de tempo o Brasil consiga até exportar o cereal em maior escala. O Ministério da Agricultura aprovou um plano de desenvolvimento para expandir o trigo no cerrado. A medida prevê o acompanhamento dos produtores de sementes com dias de campo, palestras e demais métodos. O incentivo visa propiciar o aumento da produção do trigo safrinha e irrigado, a fim de atingir, em 3 (três) anos, trezentos mil toneladas (SANGOI et al., 2022).

3.2 Trigo tropical em Minas Gerais

Em Minas Gerais, a triticultura vem crescendo constantemente desde os anos 2000. Na safra passada, o atraso para colher a soja gerou impacto no cultivo de trigo, isso fez com que a cultura se tornasse uma opção, com cultivo de mais de 100 mil hectares. O alinhamento das tecnologias com o fluxo de produção leva segurança ao produtor rural, o que promove um incentivo à implantação de trigo nas propriedades (SANGOI et al., 2022).

Cabe destacar que o desenvolvimento da produção em Minas Gerais sofreu um crescimento de aproximadamente 289% entre 2010 e 2015, o que conduziu a elevação de 85 mil toneladas colhidas para 245 mil toneladas. A redução da produção nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul está diretamente relacionada com a diminuição da execução de atividades de Transferência de Tecnologia (TT) nesses estados. Apesar disso, não se pode apontar relação causal direta entre esses dois fatores. A área de produção de trigo também apresentou flutuação no período. Destaca-se ainda a variação de área de plantio de trigo em

Minas Gerais, que passou de aproximadamente 22 mil hectares para 82 mil hectares, uma variação de 370% em apenas 6 anos (PIRES et al., 2011).

O trigo irrigado em Minas Gerais também apresentou crescimento, sendo que a sua produção passou de 20 para 27 municípios, representando um aumento produtivo de 67% (66.383 toneladas para 110.587 toneladas) e de área de 93% (15.741 hectares para 30.372 hectares). A produtividade média para o trigo irrigado foi de 3,26 t/ha (2010) para 4,14 t/ha (2014). Esse crescimento expressivo na produção de trigo em Minas Gerais está associado a diversos fatores, como a participação de parceiros da extensão rural, qual seja a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-MG) e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Além do programa de desenvolvimento de trigo em Minas Gerais (COMTRIGO), produtores e cooperativas (ALVES, 2022).

3.3 A adubação do trigo

O cereal advindo do ciclo de vida do *Triticum aestivum*, comumente nomeado como Trigo, é de grande importância histórica para o desenvolvimento da civilização. Se destaca no cenário agrícola brasileiro e mundial e figura entre os principais cereais cultivados devido à qualidade do seu emprego na alimentação humana e animal (COTRIM et al., 2016).

No entanto, devido às características climáticas predominantes no Brasil, o baixo rendimento financeiro, o baixo custo da importação dos países do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), bem como a redução do incentivo estatal na forma da política do preço mínimo, sua produção não supre a demanda nacional (PADRÃO et al., 2012).

O estabelecimento de técnicas de manejo que possibilitem a maximização da produtividade do trigo, é requisito mínimo para a continuidade da produção nacional. Os autores ainda destacam que é imprescindível o correto manejo dos nutrientes, o que atualmente se dá por meio da adubação por fertilizantes. Nesse aspecto, se destaca o papel da adubação nitrogenada no desenvolvimento vegetal, a qual apresenta um impacto positivo na produtividade deste cereal (SILVA et al., 2015).

O adubo mineral, composto por minerais na sua forma iônica, rapidamente se torna disponível ao consumo vegetal e é quase totalmente consumido nas fases iniciais das culturas vegetais. Por outro lado, as adubações advindas de dejetos animais, como é o caso da cama de frango, decompõem-se gradualmente ao longo do período vegetativo, garantindo uma disponibilização constante de nutrientes à cultura (KUMMER et al., 2016).

A associação de cama de frango à ureia aumentou o rendimento de grãos do trigo (DEMARI, et al., 2016). Isso evidencia que o adubo orgânico é uma boa fonte para substituir parcialmente a adubação mineral de nitrogênio no trigo.

A adubação nitrogenada faz-se necessária em virtude da quantidade insuficiente de nitrogênio (N) que o solo fornece para o adequado crescimento e desenvolvimento das culturas, de modo que esse nutriente deve ser fornecido na forma de fertilizantes. Assim, o nitrogênio é requerido em maior quantidade pelas plantas cultivadas, participando de uma série de rotas metabólicas importantes na bioquímica das plantas (SANGOI et al., 2008).

A viabilidade técnica da adubação nitrogenada para semeadura no sistema plantio direto se demonstra pelo viés econômico. Isto é, pela realização de uma operação (adubação de cobertura) a menos, o produtor tem menos custos em sua produção. A aplicação de nitrogênio total na semeadura ou em cobertura de trigo sob plantio direto não diferiu em produtividade de grãos, considerando a mesma dose. Ressalta-se que o momento correto de aplicação do nitrogênio é fundamental para incrementar a produtividade de grãos, pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA, et al., 2005).

Basicamente, a aplicação do fertilizante na forma sólida e solúvel (SS), quatro vezes ao ano, é menos eficiente que a fertirrigação (FRT) aplicada mais que 15 vezes ou que uma aplicação de fertilizante do tipo de liberação lenta (LL). Estima-se que as quantidades de N requeridas para produção de uma tonelada de laranjas foi N=1,79 kg como LL, 2,58 kg como FRT e 2,75 kg como SS. Os fertilizantes de liberação lenta são recobertos por substâncias orgânicas ou resinas sintéticas, na maioria derivadas de ureia, como poliamidas, enxofre e outros polímeros, cujas características e, em função da temperatura e umidade do solo, definem a curva de liberação dos nutrientes (ALVA et al., 1998).

3.4 Nitrogênio em gramíneas (trigo)

Como foi colocado, segundo Mundstock (1999), alguns fatores contribuem para o déficit anual na produção brasileira de trigo. Dentre eles, cita-se a falta de incentivo à produção, a existência de pequenas áreas de cultivo e os baixos tetos de rendimento. Segundo Teixeira Filho et al. (2011), tecnologias como a utilização de fertilizantes de liberação lenta de nitrogênio, inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico em gramíneas (SALA et al., 2008) e rotação de culturas com espécies fixadoras de nitrogênio (leguminosas) podem contribuir para melhorar a utilização do nitrogênio e para o aumento da produtividade.

O manejo correto do nitrogênio pela avaliação de doses e modos de aplicação também é importante e exclusivo para determinados manejos do solo e cultivares utilizados, evitando doses exageradas que possam aumentar a incidência de doenças e o acamamento de plantas (SALA, et al., 2008).

Nesse prisma, a utilização de práticas de manejo que otimizem os insumos aplicados pode contribuir para o aumento da produtividade nas lavouras de trigo no Brasil, a qual tem atingido, aproximadamente, a monta de 2.000 kg ha⁻¹ (IBGE, 2004). Dentre essas, a adubação nitrogenada de cobertura é uma das mais importantes, pois afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, circunstância que afeta, diretamente, o seu potencial produtivo.

O N é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo e sua carência pode ser fator limitante para seu desenvolvimento. A disponibilidade desse nutriente no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos vegetais, principalmente no sistema de plantio direto, onde permanecem na superfície do solo. No período compreendido entre o perfilhamento e o início da diferenciação do primórdio floral, por exemplo, a falta de N pode reduzir a formação de espiguetas (TEIXEIRA FILHO et al., 2007).

O nitrogênio é um elemento 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. Além de sua importância biológica, o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003).

Com relação ao processo industrial que transforma o N₂ em amônia (NH₃), este requer hidrogênio (derivado de gás de petróleo); catalisador contendo ferro; altas temperaturas (300° a 600°C); e altas pressões (200 a 800 atm) (HUNGRIA et al., 2007). Assim, o gasto de fontes energéticas por tonelada de amônia sintetizada é de, aproximadamente, seis barris de petróleo.

Em função disso, o parcelamento da adubação nitrogenada proporciona uma maior eficiência na assimilação do nutriente pelo trigo, diminuindo as perdas por lixiviação em anos chuvosos e por volatilização em anos secos (SILVA, et al., 2015).

Dessa forma, a adubação nitrogenada é importante devido ao trigo ser componente de aminoácidos e proteínas e também à clorofila. Estima-se que a cada 1 tonelada de trigo, usa-se 30 kg de N. O cereal não faz uma eficiente fixação biológica do nitrogênio, e com isso, se faz necessário grande aporte do mesmo. Com a adubação de semeadura a planta terá seu arranque

inicial e a dosagem varia de acordo com a matéria orgânica do solo, mas a aplicação costuma ser de 1/3, com todo o fósforo e potássio na base, bem como os micronutrientes. Na adubação de cobertura, aplica-se os 2/3 restantes junto com o potássio e se faltar algum micronutriente, deve-se fazer por adubação foliar (CAMPOS et al., 2000).

3.5 Fertilizante de liberação controlada

Os fertilizantes podem ser classificados em dois grandes grupos, fertilizantes de liberação lenta/controlada e fertilizantes estabilizados. Os fertilizantes de liberação lenta/controlada são conhecidos por serem encapsulados/recobertos ou com baixa solubilidade, enquanto que os fertilizantes encapsulados são granulados, de modo que os grânulos são recobertos principalmente por polímeros. Estes podem ser polietileno de baixa permeabilidade misturado com um polímero de alta permeabilidade (etileno-acetato de vinila), polímeros biodegradáveis, enxofre /polímero, entre outros (TRENKEL, 2010).

A camada de impermeabilizante sofrerá uma degradação gradual liberando os nutrientes para o solo e irá melhorar a resistência de atrito dos grânulos revestidos o que proporciona um alto grau de elasticidade com elevada resistência a mudanças bruscas de temperatura. Já os fertilizantes com baixa solubilidade são sintetizados a partir da reação de grandes moléculas orgânicas insolúveis em água com a ureia, formando um composto com solubilidade reduzida em relação à ureia, como por exemplo, a reação do isobuteno, formando diureia iso-butileno (IBDU) que é um composto comercial. Os fertilizantes estabilizados são associados com inibidores de nitrificação ou inibidores de urease. Têm como forma de ação controlar a lixiviação do nitrato, mantendo nitrogênio na forma de amônia mais tempo para aumentar a eficiência do nitrogênio aplicado pela redução da oxidação bacteriana dos íons de amônio (NH_4^+) (TRENKEL, 2010).

O método mais comum para a elaboração destes fertilizantes é a condensação da ureia com aldeídos, especificamente com o formaldeído (GOERTZ, 1991). Testes foram realizados pelo autor utilizando a reação da ureia com acetaldeído sob a catálise ácida, produzindo um composto de anel estruturado, contendo cerca de 32% de N. O nitrogênio era disponibilizado através de uma combinação de hidrólise e degradação microbiana, afetada pelo tamanho de partícula dos produtos, temperatura, teor de umidade no solo e pH.

Pode-se também estabilizar a liberação de outros nutrientes nos fertilizantes levando ao retardo da disponibilização no solo. Como exemplo destes compostos podemos citar a Nitrapirina, 2-cloro-6-(triclorometil) piridina, o DCD, (dicionodiamisa) e o DMPP (fosfato de

3,4-dimetil pirazole). Alguns destes novos fertilizantes já contemplam tanto a liberação lenta/controlada quanto a estabilização, no intuito de modelar ao máximo a liberação do nutriente de acordo com a absorção na cultura em estudo (MARIANO et al., 2011).

Os fertilizantes nitrogenados que já vem sendo usados, sofrem melhorias contínuas, visando melhorar a eficiência no uso do nitrogênio (EUN) e minimizar os impactos ambientais (TRENKEL, 2010).

Os adubos nitrogenados que atendem de forma significativa, as características de um fertilizante ideal, podem ser denominados de fertilizantes estabilizados, de liberação lenta e liberação controlada. Apesar desses adubos aprimorados poderem contribuir com a EUN, bem como mitigar os efeitos negativos ao meio ambiente, sabe-se que os erros no manejo do campo e da cultura não podem ser minimizados pelo uso desses fertilizantes (TRENKEL, 2010).

A *Association of American Plant Food Control Officials* (AAPFCO) (1997) relatou que os fertilizantes de liberação lenta e controlada, são sinônimos, uma vez que ambos possuem nutrientes de uma forma que atrasa sua liberação após serem aplicados. Em outras palavras, a disponibilidade do nutriente e a absorção pelas plantas, é retardada por um período significativamente maior em comparação com um de rápida disponibilidade, como a ureia convencional, nitrato de amônio.

Os fertilizantes de liberação controlada (FLC), nos quais se incluem os adubos revestidos por polímeros, são determinados como aqueles que em seu processo de liberação estão sujeitos unicamente à temperatura e à espessura do revestimento. Enquanto que os fertilizantes de liberação lenta, apresentam atrasos ou menores taxas de liberação do nutriente em relação aos adubos comuns, sendo afetados principalmente por condições ambientais como pH, teor de umidade, aeração, dentre outros (MARIANO et al., 2011).

Os FLC possuem um padrão de liberação de nutriente sigmoidal, onde na primeira fase ocorre uma lenta liberação, indo para a segunda fase de rápida liberação (linear), e passando para terceira fase de liberação, com disponibilidade total do nutriente (VILLALBA, 2014). Todavia, esse retardo na liberação inicial do fertilizante, pode ser atribuído a necessidade do preenchimento da água nos espaços no interior do grânulo, e somente quando essa etapa é atingida que a liberação constante do nutriente tem início (DU, et al., 2006). Todo esse processo dependerá da solubilidade, difusividade e permeação do elemento por meio da película do polímero ou do composto que reveste o próprio grânulo, bem como a interação com a temperatura, o meio que está sendo aplicado esse adubo, e a umidade do mesmo.

Avaliando diferentes proporções da mistura de ureia com ureia revestida com enxofre e polímero em solos distintos no Brasil, observou-se que as proporções com 70% ou mais de ureia recoberta com enxofre e polímero, forneceram elevada concentração de nitrogênio mineral no solo comparado com proporções com menores quantidades de ureia recoberta com enxofre e polímero (VILLALBA, 2013). Todavia, os estudos avaliando o uso de FLC em combinações com fontes convencionais são escassos e foram realizados, em sua maioria, em condições de clima temperado.

A principal função desse revestimento do fertilizante é promover a sua liberação de forma gradual, reduzindo a quantidade liberada a cada instante, com intuito de diminuir as perdas para o meio (LIU et al., 2008). Dessa forma, há o aumento da eficiência no uso dos nutrientes, bem como redução de custos e de mitigação dos efeitos sobre o ambiente.

Até pouco tempo, pelo preço bastante elevado, esses fertilizantes tinham um nicho de mercado específico, onde eram recomendados somente para culturas perenes, ornamentais e gramadas. Com o desenvolvimento da tecnologia da ureia recoberta com polímero, esse tipo de insumo tem se tornado acessível para sistemas de produção de grãos e oleaginosas. Atualmente, a alteração conseguiu diminuir o diferencial de preços, que chegava a custar cerca de 2,4 a 10 vezes mais do que os insumos convencionais, mudando o posicionamento desses produtos no mercado, com foco nas culturas extensivas de interesse comercial, como milho, arroz, cevada, trigo, café, eucalipto, citros, batata e tomate (VILLALBA, 2014).

O elevado custo no manuseio das doses de nitrogênio e aplicações dos adubos, faz com que se busquem outras alternativas que propiciem uma redução nas perdas causadas com os fertilizantes convencionais, buscando-se aumentar a produtividade e mitigar a poluição das águas subterrâneas e a emissão de gases de efeito estufa. Desse modo, os FLC surgem nesse cenário, como uma alternativa promissora para diminuir a quantidade de nitrogênio aplicado à cultura sem prejudicar a produção, reduzindo possíveis perdas de nitrogênio, em comparação ao uso da ureia (GARCIA, 2017).

Os fertilizantes de liberação lenta ou controlada dependem de água e da temperatura do solo (ótima igual a 21°C), para a adequada liberação dos nutrientes às plantas (CHITOLINA, 1994). Nessa perspectiva, a baixa produtividade de grãos, independentemente dos fatores estudados, pode ser atribuída à baixa precipitação pluvial durante o enchimento dos grãos e a alta incidência de brusone (*Pyricularia grisea*), doença que afeta diretamente as espigas do trigo.

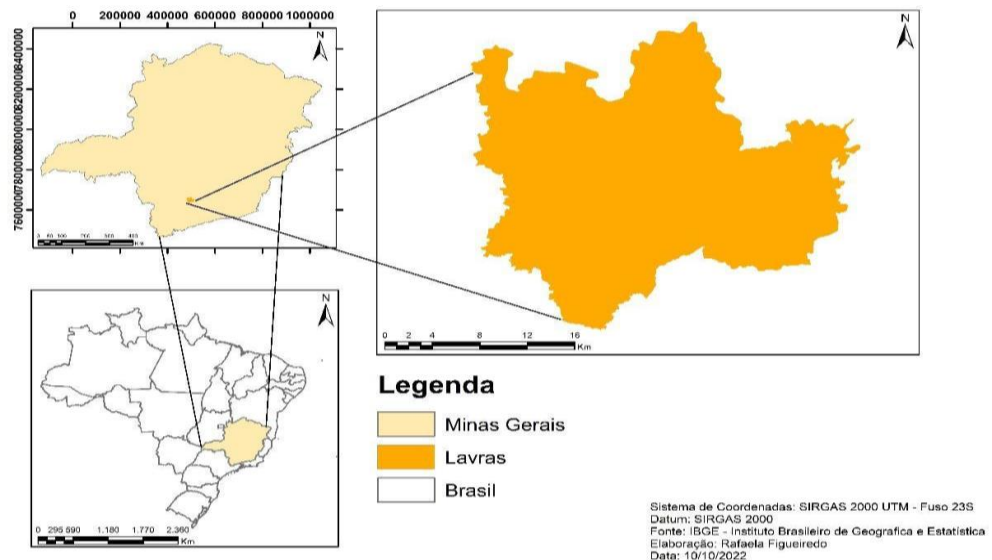
Em suma, como o Polyblen é de aplicação única, diferentemente dos adubos convencionais, os quais necessitam ao menos de três aplicações ao ano, este é aplicado no solo

e pela sua tecnologia libera nutrientes de forma gradual pelos próximos seis meses. Com isso, o produtor tem mais praticidade na hora da aplicação do adubo, melhor planejamento da utilização dos equipamentos da fazenda, redução do número de operações de manejo e mão de obra, flexibilidade e segurança.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Lavras (Fazenda Muquém) no município de Lavras, Minas Gerais, situada na latitude 21° 14' 43 sul e na longitude 44° 59' 59 oeste.

Figura 1 - Localização do experimento.

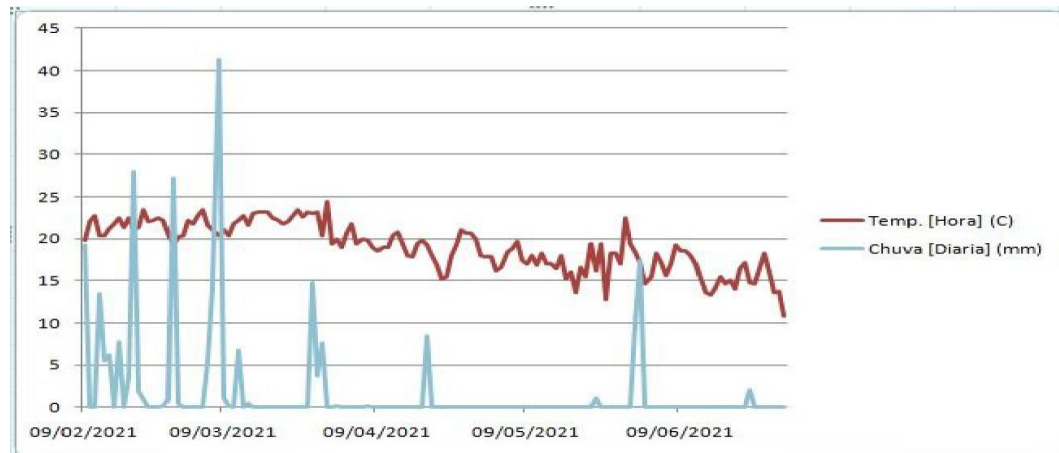


Fonte: Da autora (2021).

A semeadura foi realizada em 11/03/2021 e a colheita 30/06/2021. As plantas emergiram em 16/03/2021, o florescimento ocorreu em 26/04/2021 e a maturação fisiológica em 24/05/2021.

Foram analisadas condições climáticas para o período em questão, com ênfase na temperatura média e precipitação como demonstrado no gráfico abaixo (figura 2).

Figura 2 - Temperatura média e clima de fevereiro a junho de 2021



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

Em Minas, durante o ano inteiro, a temperatura varia de 13 °C a 30 °C e raramente é inferior a 9 °C ou superior a 34 °C. Dessa forma, a temperatura nesse período entre fevereiro de 2021 a junho do mesmo ano ficou entre máxima 29,8°C e mínima 19,2 °C. Percebe-se, portanto, que no presente estudo as cultivares não foram expostas a altas temperaturas, uma vez foi predominante a estação do outono. Condição climática importante, uma vez que o calor pode provocar a redução do crescimento das plantas caso não esteja equilibrada a quantidade de água disponível (MICHIO, 1986).

A estação seca dura 6,4 meses, de 5 de abril a 17 de outubro. O mês com menor número de dias com precipitação no estado é julho, com média de 2,1 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação (MICHIO, 1986).

Como observamos no presente trabalho, devido ao melhoramento genético, hoje é possível que o trigo seja cultivado em regiões de climas tão diferenciados. Como no caso de regiões que eram consideradas inaptas por insuficiência térmica, como em planaltos das regiões Sul e Sudeste do Brasil (MICHIO, 1986).

Todas as cultivares do trigo brasileiro são do tipo de semeadura "primavera", ou seja, não requerem baixas temperaturas para a passagem do estágio de crescimento vegetativo ao de crescimento reprodutivo e, conseqüentemente, o crescimento se prossegue às altas temperaturas desde o início até o fim de seu ciclo (MICHIO, 1986).

Os experimentos foram instalados, segundo a exigência mínima estabelecida para ensaio de VCU de trigo, conforme a Portaria nº 294, de 14 de outubro de 1998, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Assim, os ensaios foram estabelecidos em delineamento de blocos casualizados. A parcela experimental foi constituída de 5 linhas com 5 metros de comprimento espaçadas 0,20 metros entre si. Todos os tratos culturais foram executados conforme indicação das Comissões Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo (CBTT, 2021). O esquema utilizado foi o fatorial, com 3 repetições, sendo que no primeiro fator foram avaliadas 27 cultivares (Tabela 1) de trigo e no segundo fator foram dois sistemas de adubação nitrogenada, sendo convencional (MAP para semeadura e Ureia para cobertura) e o segundo utilizando o nitrogênio de liberação controlada, Polyblen Milho (27-17-00). Ao total nesse experimento, foram 162 parcelas. Foi utilizado Polyblen na mesma proporção em que se usa como padrão as dosagens de MAP, sendo 150 kg.ha o Polyblen. A parcela experimental foi constituída de cinco linhas com cinco metros de comprimento espaçadas e 0,20 metros entre si. Todos os tratos culturais foram executados conforme indicação das Comissões Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo (CBTT, 2021).

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no trabalho.

Tratamento	Cultivar	Tratamento	Cultivar
1	TORUK	15	BRILHANTE
2	CONSISTÊNCIA	16	BRS 394
3	ORS 25	17	CD 1303
4	TIBAGI	18	LG ORO
5	ALPACA	19	ABSOLUTO
6	BRS 264	20	MADRE PÉROLA
7	ASTRO	21	REFERENCIA
8	BRS 254	22	AUDAZ
9	SINTONIA	23	PONTEIRO
10	FEROZ	24	ORS 1403
11	ATON	25	DESTAK
12	ALIANÇA	26	GUARDIÃO
13	DUQUE	27	SENNÁ
14	BRS 404		

Fonte: Da autora (2021)

A semeadura foi realizada em 11/03/2021, época considerada normal para as condições deste local.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- a) Produtividade de grãos (kg. ha^{-1}), corrigidos para 13% (base úmida) (BRASIL, 2010).
- b) Peso hectolitro (kg. hl^{-1}), correspondente ao peso de grãos em kg em um volume de 100 L, determinada em balança de 1/4 com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida) (BRASIL, 2010). Quando a parcela dava o volume para o peso hectolitro no aparelho de umidade, era feito a pesagem por inteiro, caso ao contrário, era padronizado em um pote de 20 mL para todas as parcelas.
- c) Incidência de brusone. A avaliação visual da doença foi realizada nas espigas, seguindo as indicações da literatura, utilizando escalas visuais e a avaliação da produtividade e de seus componentes em função da ocorrência da doença. (BRASIL, 2010.). O sintoma visual na espiga se dá pelo “branqueamento” de parte da espiga a partir da infecção (GRASSI, 2020). A avaliação era feita a cada parcela, de modo que contávamos quantas espigas estavam com brusone e assim, anotávamos no papel.
- d) Altura da espiga, altura média das espigas competitivas da parcela útil, medidas em cm, do nível do solo até o ponto de inserção da espiga superior. (BRASIL, 2010) Utilizávamos réguas para a medição e 3 a 4 plantas escolhidas de forma aleatória para serem medidas.
- e) Peso de mil grãos determinada em balança de precisão 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida) (BRASIL, 2010). Pesávamos os grãos dentro de um copo descartável e a cada parcela era contado cem grãos (três vezes) para tirar a média e o valor encontrado na média, multiplicado por dez para encontrar o peso de mil grãos. Pesava-se três vezes com o intuito de evitar erros.
- f) Análise de custo benefício. Foi averiguado a possibilidade do uso do Polyblen no trigo levando em consideração os resultados encontrados no presente trabalho, comparado aos fertilizantes convencionais utilizados, MAP e Ureia, para assim, analisar a viabilidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta e o estudo do desdobramento da interação foi feito independentemente de ser ou não significativo devido ao interesse do estudo. Para comparar as médias foi utilizado o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Produtividade de grãos

A precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação foi de 1,2% sendo considerado de alta qualidade (Tabela 2) (GOMES, 2009). A média de produtividade de grãos foi de 499 kg. ha⁻¹ ao passo que a média nacional é de aproximadamente 3000 kg. ha⁻¹, e a média local de aproximadamente 2000 kg. ha⁻¹. Houve interação significativa entre os dois fatores avaliados, bem como para cada fator isoladamente também houve diferença significativa.

Tabela 2 - Análise de variância para a característica produtividade de grãos (kg.ha⁻¹).

FV	GL	QM
Tratamento	26	131,951 **
Tipo Adubação	1	848,838 **
Rep/TA	2	17
Trat * TA	24	105,673 **
Erro	44	36
CV (%)		1,2
Média Geral		499

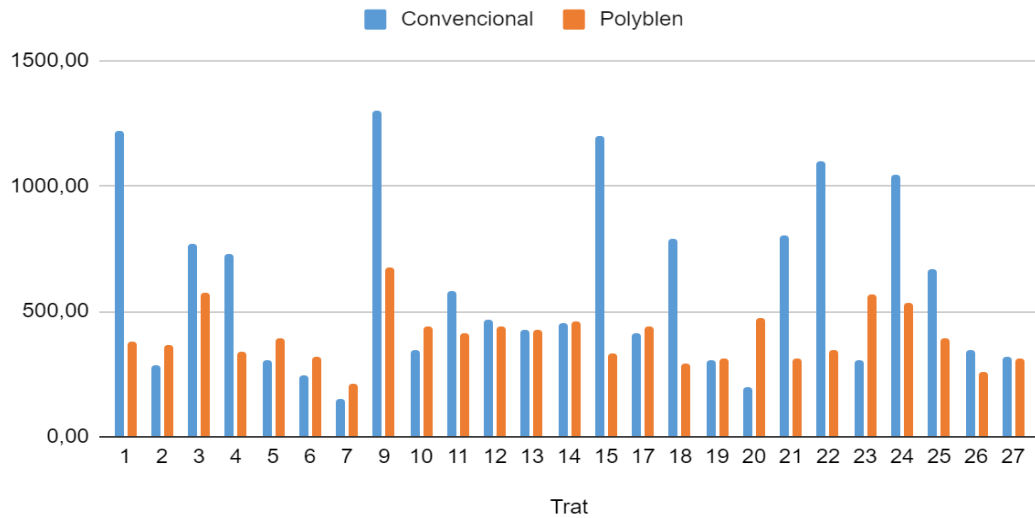
** : Significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

Fonte: Da autora (2021)

A média nos diferentes fatores variou de 150,80 a 1300,38 kg. ha⁻¹ (Gráfico 1). Os tratamentos que apresentaram maiores médias no sistema convencional foram os tratamentos: 1, 9, 15, 22 e 24, com valores acima de 1000 kg. ha⁻¹. Além disso, os tratamentos que apresentaram maiores médias com o Polyblen foram 3, 9, 23 e 24, com valores acima de 500 kg.ha-1. Os valores inferiores encontrados, sendo respectivamente os tratamentos, 26 e 7, podem também estar relacionados à maior incidência de brusone (*Pyricularia grisea* patótipo *Triticum*) nestes genótipos, conforme foi observado no experimento de campo.

Gráfico 1 - Médias de produtividade (kg.ha⁻¹) para as diferentes cultivares nos dois diferentes tipos de adubação (Convencional e Polyblen).

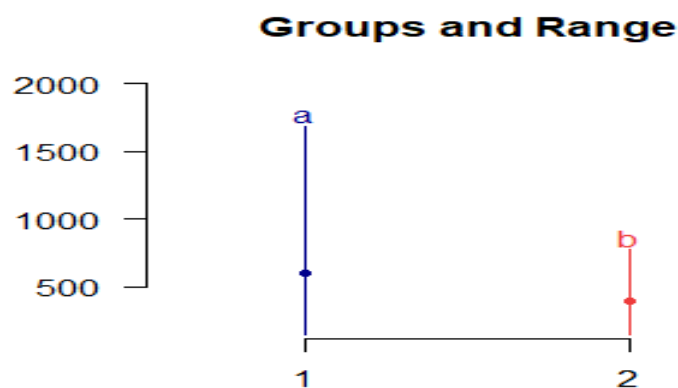


Fonte: Da autora (2021)

Quando comparadas as médias entre os fatores do tipo de adubação a diferença entre os fatores foi de 602 a 396 kg. ha⁻¹ (Gráfico 2).

Resultados semelhantes foram observados por Basso e Ceretta (2000), Porto et al. (2004) e Mannigel et al. (2004), porém, estes autores omitiram totalmente a aplicação de N na testemunha.

Gráfico 2 - Médias de produtividade (kg. ha⁻¹) comparando os dois diferentes tipos de adubação (Convencional e Polyblen).



Fonte: Da autora (2021).

Soares e Restle (2002), trabalhando com triticale e azevém consorciados, também encontraram efeito linear positivo para Polyblen em resposta a adubação nitrogenada, porém os autores usaram doses bem maiores (até os 450 kg ha⁻¹) do que as utilizadas no presente estudo.

Foi utilizado Polyblen na mesma proporção em que se usa como padrão as dosagens de MAP e ureia para cobertura, sendo 150 kg/ha e 100 kg/ha respectivamente, assim usando 150 kg/ha para o Polyblen.

Todos os tratamentos com Polyblen apresentaram as menores produtividades, independente da porcentagem de fornecimento de N, P e K. No entanto, existe uma interação entre os fatores, ou seja, existem cultivares que apresentaram rendimento maior com a utilização do Polyblen (SERRANO et al., 2010).

Os fertilizantes das formulações Polyblen possuem revestimento dos grânulos dos nutrientes com polímeros orgânicos e enxofre elementar. São produtos de liberação gradual dos nutrientes que dependem do revestimento. Esses fertilizantes apresentam elevada eficiência agrônômica utilizando-se menores doses de nutrientes quando comparadas às dos fertilizantes convencionais. Além disso, a economia nas operações de aplicação dos insumos no decorrer do período também é favorecida, uma vez que apenas uma aplicação com fontes de N-P-K-S garante a liberação dos nutrientes no período de desenvolvimento da cultura. Ademais, a tecnologia do Polyblen promove uma nutrição gradual elevando a eficiência da adubação e reduzindo perdas de nutrientes (SERRANO et al., 2010).

A solubilização do produto se dá por difusão, sendo controlada pela umidade e temperatura do solo (BLAYLOCK, 2007). Com esta opção a adubação pode ser efetuada em apenas um momento, sendo liberados no solo teores que poderão ser aproveitados por mais tempo pelas culturas.

5.2 Peso do hectolitro

A precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação foi de 11,1% sendo considerado de alta qualidade (Tabela 4) (GOMES, 2009). A média do peso hectolitro foi de 77 kg. hl⁻¹, considerado do tipo II na Instrução Normativa 38/2010 (FELÍCIO et al., 1988). Quando comparados os dados médios do peso hectolitro (kg.hl⁻¹) não houve diferença significativa para nenhuma fonte de variação.

Tabela 3 - Análise de variância para a característica dados médios do peso hectolitro (kg. hl⁻¹)

FV	GL	QM
Tratamento	26	107
Tipo Adubação	1	57
Rep/TA	2	32
Trat * TA	24	89
Erro	44	73
CV (%)		11,1
Média Geral		77

** : Significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

Fonte: Da autora (2021)

O peso hectolitro é utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países e expressa indiretamente a qualidade de grãos. Sabe-se que quanto maior o peso hectolitro, maior o valor comercial do produto (MIRANDA; DE MORI; LORINI, 2009).

O peso do hectolitro serve como indicativo da qualidade do grão de trigo, sendo influenciado pela uniformidade dos grãos, bem como da forma, densidade e tamanho, além das matérias estranhas e dos grãos quebrados contidos na amostra (MIRANDA; DE MORI; LORINI, 2009).

Tratando-se das sementes de trigo, estas devem apresentar uma boa qualidade fisiológica, tendo em vista a sua importância econômica e capacidade de resistir a condições adversas do ambiente durante o período de produção a campo, que dependendo do manejo adotado, estas, podem ser colhidas e armazenadas com danos fisiológicos (AMARAL; PESKE, 2000).

5.3 Incidência de Brusone

A precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação foi de 26,3% sendo considerado de média/baixa qualidade (Tabela 5) (PIMENTEL GOMES, 2009). A média de incidência foi de 12% e tem-se que a média nacional varia de 32 a 74% (TORRES et al., 2022). Houve alteração no ranqueamento entre os manejos (interação entre os fatores).

Para a cultura do trigo, a influência das condições meteorológicas, como as elevadas precipitações pluviométricas e temperaturas acima da média durante o seu desenvolvimento, afetam a ocorrência de doenças, nesse caso a incidência brusone (*Pyricularia grisea* patótipo *Triticum*), com média de 12% (GOULART et al., 2007).

Tabela 4 - Análise de variância para a característica incidência de brusone.

FV	GL	QM
Tratamento	26	454,58 **
Tipo Adubação	1	525,10 **
Rep/TA	2	36,99
Trat * TA	26	150,65 **
Erro	51	47,56
CV (%) *		26,3
Média Geral		12

** : Significativo a 1% de probabilidade no teste F.

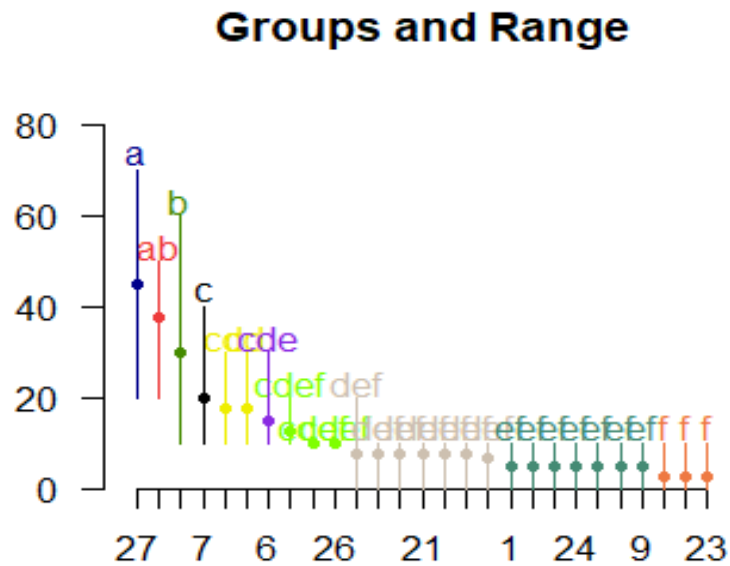
Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

Fonte: Da autora (2021).

Quando comparados os dados médios da incidência de brusone a diferença entre os fatores foi de 1% a 43% (Gráfico 4). Os tratamentos com maiores incidências são: OR SENNA, TBIO ASTRO e BRS 264, sendo respectivamente os tratamentos, 27, 7 e 6.

Conforme observado neste estudo e naquele desenvolvido por Arruda et al. (2005), a maioria das cultivares/linhagens mostrou reação de alta suscetibilidade das espigas à brusone. Isso reforça as observações anteriores a respeito da importância que esta doença assume dentro do contexto da triticultura brasileira em função da falta de resistência das cultivares atualmente cultivadas por ocasião da formação dos grãos. Outro aspecto que pode influenciar na maior ou menor percentagem de espigas com brusone é o ciclo vegetativo da cultivar. De maneira geral, as cultivares de ciclo vegetativo mais longo (tardio) têm tendência de apresentar uma menor incidência de espigas com brusone, o que pode ser explicado devido a um possível escape, uma vez que o período de espigamento das mesmas ocorre quando as condições de umidade e temperatura do ar não são favoráveis ao patógeno.

Gráfico 3 - Médias de incidência de brusone.



Fonte: Da autora (2021).

De maneira geral, as cultivares de ciclo mais longo têm tendência de apresentar uma menor incidência de espigas com brusone, uma vez que o período de espigamento das mesmas ocorre quando as condições de umidade e temperatura do ar não são favoráveis ao patógeno (GOULART et al., 2007).

Assim como observado neste estudo e por Arruda et al. (2005) e Goulart (2004) as cultivares mostraram níveis variados de suscetibilidade à brusone, sendo que o uso de resistência genética ainda é restrito a poucas cultivares com nível moderado de resistência.

5.4 Altura da espiga

A precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação foi de 7,51%, sendo considerado de alta qualidade (Tabela 6) (PIMENTEL GOMES, 2009). A média da altura de grãos foi de 48 cm ao passo que a média nacional é de aproximadamente 90 cm. Houve diferença significativa para os fatores isolados, porém não houve interação entre os fatores.

Tabela 5 - Análise de variância para a característica altura espiga (cm).

FV	GL	QM
Tratamento	26	94,302 **
Tipo Adubação	1	119,004 **
Rep/TA	2	45,834 **
Trat * TA	26	16
Erro	51	13
CV (%)		7,51
Média Geral		48

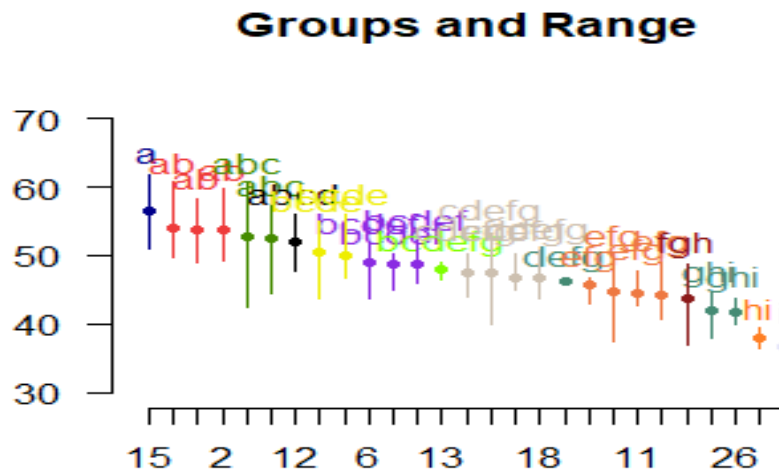
** : Significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

Fonte: Da autora (2021)

Quando comparadas as médias entre os fatores da altura espiga (cm) a diferença entre os fatores foi de 35 a 55 cm (Gráfico 5). Com relação a análise da altura da espiga (cm), os tratamentos que obtiveram maiores médias foram o 15, 2 e 12, estando estes entre 51 e 55 cm.

Gráfico 4 - Médias da altura espiga (cm).



Fonte: Da autora (2021).

A altura de plantas e o diâmetro de pedúnculo são particularidades de cada cultivar e isso explica as diferenças encontradas (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). O maior diâmetro do pedúnculo, aplicação em dose única, pode estar relacionado com a maior disponibilidade de

N. No início da formação dessa estrutura, foram encontradas respostas variadas das cultivares ao aumento da dose de nitrogênio para essa característica, o que sugere também a influência de fatores genéticos.

5.5 Peso de mil grãos

A precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação foi de 7,7% sendo considerado de alta qualidade (Tabela 7) (PIMENTEL GOMES, 2009). A média para a característica peso de mil grãos foi 36 g. Houve interação significativa entre os dois fatores avaliados, bem como para cada fator isoladamente também houve diferença significativa.

Tabela 6 - Análise de variância para a característica peso de mil grãos (g).

FV	GL	QM
Tratamento	26	38,969 **
Tipo Adubação	1	46,293 **
Rep/TA	2	4
Trat * TA	26	15,392 **
Erro	51	8
CV (%)		7,7
Média Geral		36

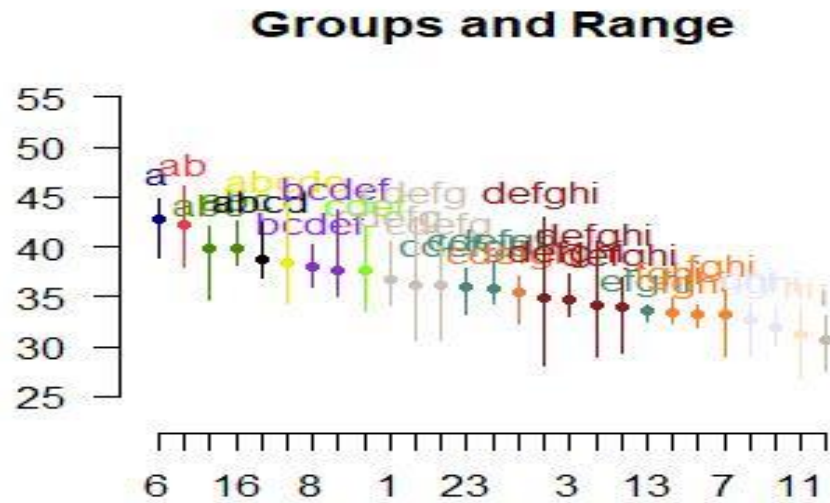
** : Significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

Fonte: Da autora (2021).

Quando comparadas as médias entre os fatores peso de mil grãos (g), a diferença entre os fatores foi de 30 a 43 g (Gráfico 5). Estes valores estão abaixo da média de peso de 1.000 grãos que estes tratamentos normalmente apresentam (BASSOI et al., 2010), provavelmente devido à interferência dos fatores climáticos durante o período de desenvolvimento da cultura, principalmente a ocorrência de chuva próximo da época de colheita do trigo. Nos casos de grãos que germinaram antes da colheita, a diminuição do rendimento de grãos, do peso de 1.000 grãos e do peso do hectolitro é devida à elevada taxa de respiração, a qual consome carboidratos acumulados nos grãos (BHATT et al., 1981).

Gráfico 5 - Médias do peso de mil grãos (g).



Fonte: Da autora (2021).

Em comparação dos dois parâmetros, peso do hectolitro e peso de mil grãos, verifica-se que não há relação entre eles, ou seja, nem sempre o maior peso do hectolitro correspondeu ao maior peso de mil grãos (PRIOR, 2003; SORDI, 2003). Tais respostas enfatizam a importância de adotar o manejo da adubação nitrogenada, tornando uma prática de suma importância quando se deseja intensificar a produção de biomassa em gramíneas forrageiras. Isso porque, o nitrogênio atua como indutor de processos metabólicos que determinam a produção, sendo um dos nutrientes extraídos em maior quantidade pelas plantas (FARIA, 2020).

Com relação a análise dos custos da tonelada do MAP, Ureia e Polyblen, os aumentos nos gastos com fertilizantes foram, respectivamente, 32,6%, 23,2% e 31,2% em março frente a fevereiro. Entre março/21 e março/22, os aumentos são de 83,2%, 91,1% e 94%, na mesma ordem. Quanto à relação de troca, para cobrir o custo com fertilizante por hectare eram necessárias 15,7 e 24,6 sacas do cereal para o mesmo período (ALVES, 2022).

5.6 Análise do custo benefício

O presente estudo também se dignou a analisar as estimativas de preço tanto da adubação convencional quanto da adubação por Polyblen. Isso com a finalidade de identificar o custo benefício de cada método.

Tabela 7 - Estimativas de preço em função da adubação convencional e por Polyblen.

Adubação	Dosagem	Preço de 1000kg
Polyblen	150 kg/h	R\$ 5231,94
MAP	150 kg/há	R\$ 5043,00
Ureia	100 kg/há	R\$ 2248,00

Fonte: Da autora (2023).

Como vimos a utilização de fontes de liberação lenta e controlada é uma estratégia efetiva para aumentar a eficiência de uso do N e reduzir a dose de nitrogênio aplicada na cultura do milho, além de permitir toda a aplicação do N durante a semeadura. Contudo, de acordo com a Tabela 7, o alto custo destes fertilizantes reduz o lucro líquido obtido, na comparação com a ureia convencional, constitui-se um empecilho para sua utilização na cultura do trigo.

Para a produtividade de grãos, incidência de brusone da espiga e o peso de mil grãos, tanto as cultivares como o tipo de adubação e a interação entre os mesmos ocasionaram efeito significativo das variáveis, ou seja, para essas características a escolha da cultivar e do tipo de adubação tem impacto direto no resultado final para o produtor.

O produto utilizado para a comparação feita no trabalho, vulgo Polyblen, é uma tecnologia, um fertilizante de liberação controlada. Ele é a ureia envolta de uma camada de enxofre e essa camada mantém uma película. Ou seja, pelo tamanho da partícula de enxofre que envolve essa ureia. Quanto maior a camada de enxofre, mais lenta será a sua liberação e quanto menor a camada de enxofre, mais rápida será a liberação. Por isso o nome Polyblen, ureia com vários tamanhos de enxofre envolta (RAJI, 2011).

E no trabalho em questão, usou-se Polyblen milho o qual tem a formulação 27-17-00 e os resultados encontrados se deram pelo fato de que o produto supostamente não agiu. Possivelmente, o produto não teve dissociação da camada de enxofre e não teve liberação do nitrogênio, o que prejudicou o produto e de modo geral o trabalho. Isso aconteceu porque o produto precisa de uma condição mínima de umidade para produzir bem, e o ano em que este trabalho foi realizado, foi um ano que pendeu mais para um ano seco.

Ao final, os dados coletados a partir do presente estudo revelam-se de suma importância para o desenvolvimento da pesquisa na esfera das cultivares. Eis que, o trigo, por sua relevância no cenário do consumo nacional merece a devida atenção no âmbito das pesquisas científicas agrônomicas. A descoberta de novas viabilidades de plantio proporciona que a sua produção seja espalhada para as diversas áreas de cultivo do país, nos mais variados biomas.

Portanto, a tricultura ainda carece de algumas adaptações a outras condições de produção que sejam compatíveis com a realidade nacional. E, em conclusão, a adubação nitrogenada se demonstra ser uma tecnologia que proporciona o suprimento de algumas dificuldades enfrentadas pelo setor, uma vez que o Polyblen fica disponível durante todo o ciclo da cultura

6 CONCLUSÕES

No experimento a média de produtividade foi muito baixa. Isso ocorreu devido às condições climáticas do ano safra, as características de escolha de cultivar e o tipo de adubação.

Nessas condições, a sugestão é refazer o experimento em diferentes sistemas de produção, considerando a hipótese para a cultura do trigo do produto Polyblen feijão ao invés de Polyblen milho.

Também foi observado que um elemento de grande importância para o rendimento do trigo é a época da aplicação do nitrogênio, sendo de maior eficácia os estágios de desenvolvimento da planta.

A produção de trigo nacional tem ganhado espaço nas lavouras Brasil a dentro com margens atrativas e tecnologia genética que garantem boas produtividades e qualidades industriais. Contudo, é importante ter um planejamento para cenários de estresses e mitigar os devidos riscos que a cultura pode trazer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S.; GRAHAM, W.D. Impact of nitrogen management practices on nutritional status and yield of Valencia orange trees and groundwater nitrate. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, n. 4, p. 904-910, jun. 1998. Disponível em: <https://bit.ly/3JRi8t6>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ALVES, M. S. **Produtividade e qualidade de cultivares de trigo em resposta a épocas de semeadura e manejo do solo em região de clima tropical de altitude**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3IJ9EUg>. Acesso em: 10 ago. 2022.

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 12-15, jan./abr. 2000. Disponível em: <https://bit.ly/3YWKFSu>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ARRUDA, M. A. et al. Reação de trigo a *Magnaporthe grisea* nos diferentes estádios de desenvolvimento. **Fitopatologia Brasileira**, São Carlos, v. 30, n. 2, p. 121-126, abr. 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3Z6Kcy1>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ASSOCIATION OF AMERICAN PLANT FOOD CONTROL OFFICIALS - AAPFCO. **Official documents 57**. West Lafayette: AAPFCO, 1997.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 905-915, dez. 2000. Disponível em: <https://bit.ly/3XZ7EvK>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BASSOI, M. C. et al. **Cultivares de trigo Embrapa e IAPAR**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3ZXodtv>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BHATT, G. M. et al. Preharvest sprouting in hard winter wheats: assessment of methods to detect genotypic and nitrogen effects and interactions. **Cereal Chemistry**, [s.l.], v. 58, n. 4, p. 300-302, jan. 1981. Disponível em: <https://bit.ly/3xOuHOR>. Acesso em: 10 ago. 2022.

CABEZAS, L. W. A. R. et al. Produção de milho sob diferentes formas de N-cobertura na cultura em sistema Santa Fé. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, FERTBIO 2004, Lages. **Anais [...]**. Lages, 2004.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Inoculação da soja em sistema plantio direto. *In*: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2000, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa, 2000. p. 146-160.

CHITOLINA, J. C. **Fertilizantes de lenta liberação de N: conceitos**. Uréia coberta com enxofre. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994.

COTRIM, M. F.; ALVAREZ, R. C. F.; SERON, A. C. C. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a aplicação de *Azospirillum Brasilense* e ácido húmico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Chapadão do Sul, v. 10, n. 4, p. 349-357, dez. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3Ksj5ss>. Acesso em: 05 ago. 2022.

DEMARI, G. H. et al. Cama de aves como alternativa para adubação nitrogenada em trigo. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 9, n. 2, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3Z6JQa4>. Acesso em: 12 ago. 2022.

DEUTSCHE, W. Como trigo pode virar nova commodity de exportação do Brasil: Alta dos preços devido à guerra na Ucrânia estimula expansão do cultivo. **Poder 360**, [s.l.], 07 maio 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3Es5ihZ>. Acesso em: 15 de ago. 2022.

DU, C.; ZHOU, J.; SHAVIV; WANG, H. Mathematical model for potassium release from polymer-coated fertilizer. **Biosystems Engineering**, v. 88, n. 3, p. 395-400, jun. 2006. Disponível em: <https://bit.ly/3JNxI93>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. 71. ed. Lages: Graphel, 2003. Disponível em: <https://bit.ly/3ZZDbiC>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FONTANELI, R. S. Trigo de Duplo-Propósito na integração lavoura-pecuária. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 16, n. 99, p. 29-32, maio/jun. 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3YWspso>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FONTANELI, R. S. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 11, n. 38, p. 2116-2120, 2009.

GARCIA, P. L. **Eficiência da adubação com misturas de ureia comercial e ureia recoberta com enxofre e polímero na semeadura do milho**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

GOERTZ, H. M. Commercial granular controlled release fertilizers for the specialty markets. *In: Controlled Release Fertilizer Workshop Proceedings*. Ed. RM Scheib, Knoxville, v. 68, p. 51-67, 1991.

GOULART, A. C. P. Perdas em trigo causadas pela brusone. *In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS*, 2004, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa, 2004, p. 123-130.

GOULART, A. C. P.; SOUZA, P. G.; URASHIMA, A. S. Danos em trigo causados pela infecção de *Pyricularia grisea*. **Summa Phytopathol**, Piracicaba, v. 33, n. 4, p. 358-363, maio 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3LDBkvE>. Acesso em: 18 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados: agricultura**. Brasília, 2004. Disponível em: <https://bit.ly/3Jv79Ea>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GRASSI, Daniel. Saiba mais sobre o manejo eficiente de brusone na plantação de trigo. **BASF**, [s.l.], 14 abr. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3TvtGW6>. Acesso em: 21 mar. 2023.

KUMMER, A. C. B.; GRASSI FILHO, H. et al. Composted sewage sludge in replacement of mineral fertilization on wheat production and development. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 706-714, jul./ago. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3YY5RqX>. Acesso em: 22 ago. 2022.

MANNIGEL, A. R. et al. Efeito da época de aplicação de nitrogênio no rendimento do milho após a cultura do trigo. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO*, 2004, Lages. **Anais[...]**. Lages, 2004.

MARIANO, E.; COSTA, H. T. et al. **Adubos e adubação**. 2011. Revisão de literatura (Graduação) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2011.

MICHIO, M. Cultura do trigo no cerrado. *In: OGATA, T.; KOBAYASHI, T.; MAKITA, M.* et al. **Considerações sobre o desenvolvimento agrícola do cerrado: resultados das pesquisas agrícolas de cooperação nipo-brasileira**. São Paulo: Agronascente, 1986.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evangraf, 1999.

PADRÃO, G. A.; GOMES, M. F. M.; GARCIA, J. C. Determinantes estruturais do crescimento da produção brasileira de grãos por estados da federação: 1989/90/91 e 2006/07/08. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 51-66, jan./mar. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3XNJZy1> Acesso em: 18 ago. 2022.

PAIVA, R. F.; MAURI, R.; PRADA NETO, I. et al. Fertilizante de liberação lenta e controlada (Polyblen®) de cafeeiros *Coffea arabica* em produção em duas safras (2011 / 2012 E 2012 / 2013) no Sul de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS*, 2012, Caxambu. **Anais [...]**. Brasília, Embrapa Café, 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: Fealq, 2009.

PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil: bases para uma produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Empraba Trigo, 2011.

PORTO, S. M. A; MANNEGEL, A. R; et al. Efeito da época de adubação nitrogenada no milho em sucessão à aveia preta, em sistema de plantio direto na região de Campo Mourão-PR. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO*, 2004, Lages. **Anais[...]**. Lages, 2004.

PRIOR, M. **Resposta de cultivares de trigo (*triticum aestivum*) a épocas de semeadura**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

PRODUÇÃO nacional de grãos é estimada em 269,3 milhões de toneladas na safra 2021/22. **CONAB**, Brasília, 07 abr. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3yNt8l5>. Acesso em: 29 jan. 2023.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. et al. A aplicação precoce de nitrogênio em cobertura não aumenta o rendimento de grãos do trigo cultivados na presença do alumínio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 912-920, ago. 2008. Disponível em: <https://bit.ly/3n722Tq>. Acesso em: 18 ago. 2022.

SANGOI, L.; BERNS, A. C. et al. Características agronômicas 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. Disponível em: <https://bit.ly/3xIWvUR>. Acesso em: 18 ago. 2022.

SANGOI, L.; SILVA, L. M. M. et al. Desempenho agronômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 1141-1150, jul./ago. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3m0nRU8>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 874-883, set. 2010. Disponível em: <https://bit.ly/41aAJXP>. Acesso em: 30 ago. 2022.

SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; et al. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 1, jan. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3ko1dUX>. Acesso em: 23 ago. 2022.

SOARES, A. B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 908-917, abr. 2002. Disponível em: <https://bit.ly/3EsF7r8>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SORDI, C. **Resposta de cultivares de trigo (*triticum aestivum*) a teores de alumínio no solo**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S. et al. Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1375-1382, ago. 2011. Disponível em: <https://bit.ly/3EskIme>. Acesso em: 11 ago. 2022.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F. et al. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 421-425, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/40h9AB5>. Acesso em: 15 ago. 2022.

TORRES, G. A. M; FERREIRA, J. R. et al. Brusone e produção de trigo no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 57, p. 1-21, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3kmh9ar>. Acesso: 10 de ago. 2022.

TRENKEL, M. E. **Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture in Agriculture**. 2. ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010.

VILLALBA, H. A. G. **Misturas de ureia revestida com polímeros e ureia convencional na adubação da cultura de milho**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.