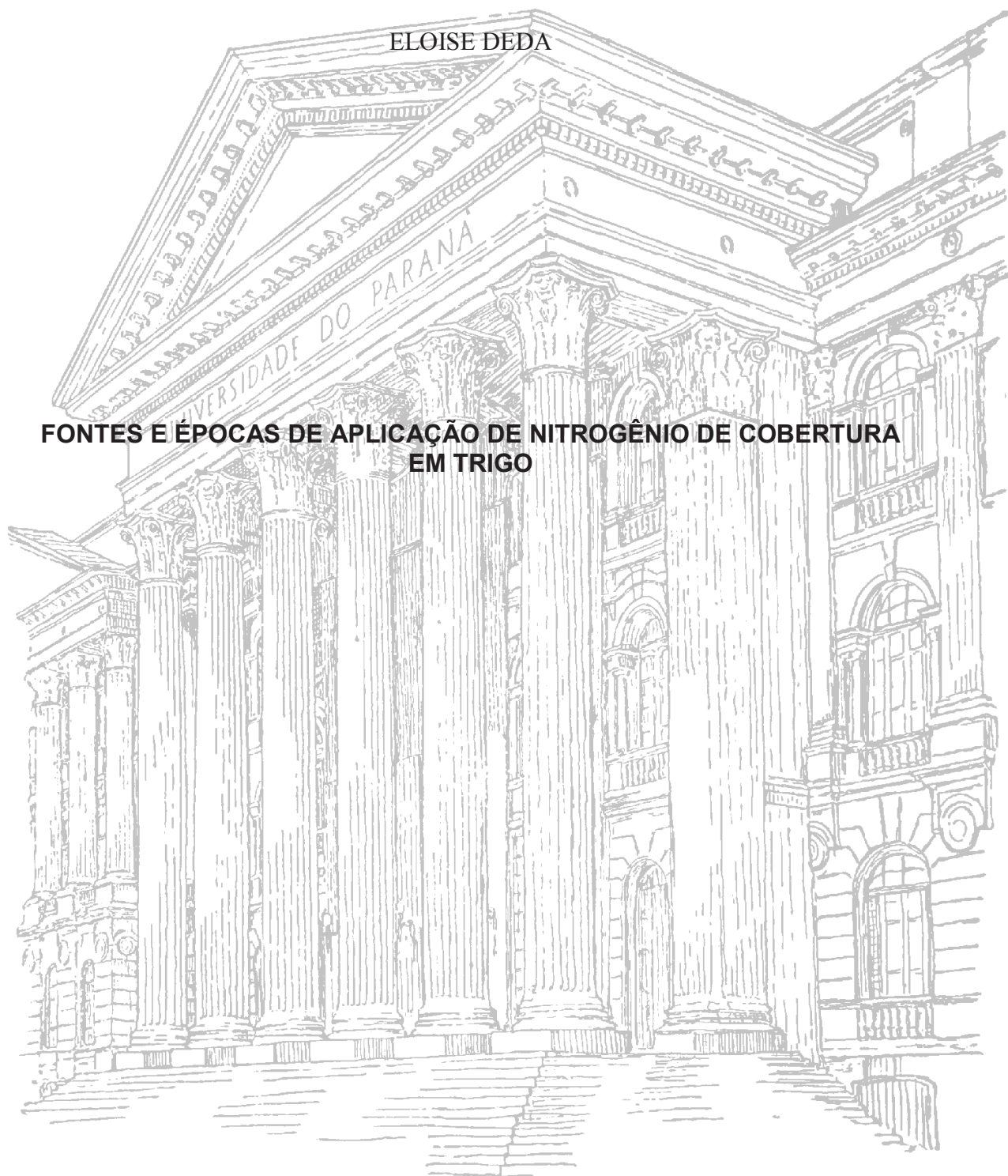


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELOISE DEDA

**FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO DE COBERTURA
EM TRIGO**



CURITIBA

2019

ELOISE DEDA

**FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO DE COBERTURA
EM TRIGO**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista no curso de pós-graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

CURITIBA

2019

RESUMO

A adubação nitrogenada é um dos principais fatores para que a cultura do trigo obtenha um bom resultado no campo. Para reduzir as perdas de nitrogênio e aumentar sua eficiência, algumas estratégias vem sendo adotadas, como o uso de diferentes fontes de nitrogênio, dentre eles, produtos de liberação lenta e também a determinação da melhor época para a aplicação produto. Os experimentos foram conduzidos a campo na cidade de Araucária-Paraná, a semeadura foi feita em plantio direto após a cultura da soja, a adubação de cobertura totalizou 30 kg.ha⁻¹ de N; 45 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg.ha⁻¹ de K₂O. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 4x4, resultante da combinação de quatro produtos aplicados em cobertura em quatro estádios fenológicos, com 3 repetições, totalizando 48 parcelas em cada experimento. Os produtos utilizados foram ureia (46% de N); ureia de liberação controlada (39% de N e 11% de S); nitrato de amônio (32% de N); e testemunha sem aplicação. Os estádios fenológicos em que os produtos foram aplicados seguiram a escala fenológica de Feekes & Large sendo eles: 5 - perfilhos formados; 6 - início do alongamento; 7 - primeiro nó do colmo visível; e 9 - folha bandeira visível. Foi colhida uma área de 3,6 m² de cada parcela. Após a colheita as amostras foram trilhadas. Determinou-se a umidade dos grãos, produtividade, massa de 1.000 grãos e peso hectolítrico (PH). Os dados foram submetidos a análise de variância, e em caso de significância comparados por Tukey a 5% de probabilidade. Para época de aplicação foi utilizada análise de regressão. As fontes de nitrogênio utilizadas não diferiram entre si, porém a produtividade de grãos é maior quando o adubo nitrogenado é aplicado nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Palavras-chaves: Adubação nitrogenada, estádios fenológicos, produtividade.

ABSTRACT

Nitrogen fertilization is one of the main factors for the wheat crop to obtain a good result in the field. To reduce nitrogen losses and increase its efficiency, some strategies have been adopted, such as the use of different sources of nitrogen, among them, slow release products and also the determination of the best time for the product application. The experiments were conducted in the Araucária-Paraná field, sowing was done in no-tillage after soybean cultivation, cover fertilization totaled 30 kg.ha⁻¹ of N; 45 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and 45 kg.ha⁻¹ of K₂O. The experimental design used was a 4x4 factorial, resulting from the combination of four products applied to cover four phenological stages, with 3 replicates, totaling 48 parts in each experiment. The products used were urea (46% N); controlled release urea (39% N and 11% S); ammonium nitrate (32% N); and control without application. The phenological stages in which the products were applied followed the phenological scale of Feekes & Large being: 5 - tiller formed; 6 - start of stretching; 7 - first knot of visible stalk; and 9 - visible flag sheet. An area of 3.6 m² was collected from each part. After harvest the samples were milled. The grain moisture, yield, mass of 1,000 grains and hectolitic weight (PH) were determined. Data were submitted to analysis of variance, and in case of significance compared by Tukey at 5% probability. For the application period, regression analysis was used. The nitrogen sources used did not differ, but the grain yield is higher when the nitrogen fertilizer is applied in the early stages of development.

Key-words: Nitrogen fertilization, phenological stages, yield.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: GANHOS E PERDAS DE NITROGÊNIO NO SISTEMA.....	16
FIGURA 2: SEMEADURA DO EXPERIMENTO.	19
FIGURA 3:ÁREA DO EXPERIMENTO UM AOS 45 DIAS APÓS A SEMEADURA.	20
FIGURA 4: ASPECTO VISUAL DA UREIA (A), UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA (B) E NITRATO DE AMÔNIO (C) UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.	20
FIGURA 5:ESTÁDIO FENELÓGICOS DA ESCALA DE FEEKS E LARGE (1954).	21
FIGURA 6:ÁREA DO EXPERIMENTO UM APÓS A COLHEITA.....	22
FIGURA 7: COLHEITA DO EXPERIMENTO.	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PRINCIPAIS FERTILIZANTES NITROGENADOS E TEOR MÍNIMO DO NUTRIENTE.	14
TABELA 2: RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO DOS LOCAIS DOS EXPERIMENTOS, NA PROFUNDIDADE DE 0-20 cm.	19
TABELA 3: MÉDIAS DE MASSA DE MIL GRÃOS (MMG), PRODUTIVIDADE E PESO HECTOLÍTRICO (PH) POR ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO DE COBERTURA EM DIAS APÓS A SEMEADURA (ÉPOCA), NOS EXPERIMENTOS 1 E 2.....	23
TABELA 4 MÉDIAS DE MASSA DE MIL GRÃOS (MMG), PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E PESO HECTOLÍTRICO (PH) DE TRIGO, EM FUNÇÃO DAS FONTES DE NITROGÊNIO, NOS EXPERIMENTOS 1 E 2.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO EM RELAÇÃO A ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA, EM DIAS APÓS A SEMEADURA (das), NO EXPERIMENTO 1.	24
GRÁFICO 2: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO EM RELAÇÃO A ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA, EM DIAS APÓS A SEMEADURA (das), NO EXPERIMENTO 2.	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO.....	11
3. REVISÃO.....	12
3.1 A CULTURA DO TRIGO.....	12
3.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O TRIGO.....	12
3.3 FONTES DE NITROGÊNIO.....	13
3.4 PERDAS DE NITROGÊNIO.....	16
3.5 COMO EVITAR PERDAS DE NITROGÊNIO.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1 ÉPOCA DE APLICAÇÃO.....	23
5.2 FONTES DE NITROGÊNIO.....	24
6. CONCLUSÕES.....	26
7. ANEXO.....	27
8. REFERÊNCIAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum L.*) é a cultura de inverno mais cultivada na região Sul do Brasil, e para que seu cultivo seja rentável economicamente é preciso otimizar seu manejo (VIOLA et al., 2013).

Com o crescimento da população mundial, há a necessidade de aumentar a produção de alimentos, e o nitrogênio é visto como um dos maiores fatores que podemos controlar, para o crescimento da produtividade no campo, no entanto, trata-se de um nutriente suscetível a altas perdas (YAMADA; ABDALLA, 2000). O nitrogênio pode perder-se no sistema solo-planta por meio da volatilização da amônia, da lixiviação do nitrato, da desnitrificação, do escoamento superficial e da erosão (MENEZES, 2004). As perdas por volatilização acontecem com a hidrólise enzimática da uréia no solo, resultando na produção de amônia que pode ser perdida para a atmosfera (ROS; AITA; GIACOMINI, 2005). Para evitar essas perdas consideráveis, é necessário que se adote algumas estratégias no manejo da adubação nitrogenada (YAMADA; ABDALLA, 2000).

Dentre os fertilizantes nitrogenados de maior relevância no Brasil, estão o nitrato de amônio e a ureia (MENEZES, 2004), sendo a ureia o mais utilizado, e é o que tem custo inferior por unidade de nitrogênio, quando comparado com os demais adubos nitrogenados (TASCA et al., 2011).

Menezes (2004) afirma que sais amoniacais, como por exemplo o nitrato de amônio, manifestam regularmente perdas por volatilização entre 5 e 10% do nitrogênio total aplicado, já a ureia perde frequentemente valores ao redor de 10 a 25%, em condições propícias, estes valores podem chegar a 80% de perda por volatilização.

Existem estratégias para diminuir a perda de nitrogênio, como a adubação na época apropriada do desenvolvimento da planta (COSTA; ZUCARELI; RIEDE, 2013) a fonte de nitrogênio que será empregada, a dose, e o local aonde será aplicado o fertilizante no solo (MENEZES, 2004).

Há no mercado atualmente produtos que são adicionados à ureia, com o objetivo de melhorar sua eficiência (PRANDO et al., 2013). O uso de polímeros vem sendo estudado a muitos anos, estes polímeros revestem os grânulos de ureia formando uma camada protetora que possui a característica de ser semipermeável, permitindo assim, a solubilização gradual da ureia (PEREIRA et al., 2009)

As técnicas de manejo da adubação são utilizadas para que os produtores tenham um maior retorno econômico (SILVA et al., 2008). E a estratégia de utilizar fertilizantes

nitrogenados que possuam maior eficiência, trazem benefícios, como, melhorar as produtividades e reduzir o impacto sobre o meio ambiente (PRANDO et al., 2013).

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a melhor fase fenológica do trigo para a aplicação da adubação nitrogenada em cobertura e determinar, entre ureia, nitrato de amônio e ureia de liberação controlada, qual o produto que traz melhores resultados.

3. REVISÃO

3.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é bastante utilizado para a alimentação humana e também animal (EMBRAPA, 2014). É um dos principais cereais produzidos no mundo (CONAB, 2017), fazendo parte do grupo das commodities agrícolas dominantes na produção e comércio mundial grãos (CAMPONOGARA et al, 2015).

Atualmente no Brasil, o trigo é cultivado da Região Sul do país até a Região do cerrado (CONAB, 2017), é destinado à fabricação de pães e massas, além do subproduto que é utilizado na alimentação animal, este é o segundo cereal com maior consumo no país, sendo o Brasil um país importador, a dependência do produto externo é elevada (CONAB, 2018).

Os estados brasileiros que possuem maior produção de trigo são Paraná e Rio Grande do Sul, que juntos somam 87% da produção nacional (CONAB, 2018). No estado do Paraná o predomínio é do trigo no sistema do plantio direto, com uso de mecanização e sem irrigação, os produtores geralmente fazem correção do solo, usam sementes indicadas para a região, fazem uso de fertilizantes e combatem doenças e pragas (CONAB, 2017). A produção de trigo é instável, por diversos fatores climáticos e ambientais, bem como as geadas e períodos de déficit hídrico na época do florescimento e o excesso de chuva no período da colheita, (EMBRAPA, 2014), fatores de oferta e demanda, comércio exterior, sendo que 60% do consumo é importado, fatores econômicos, taxa de câmbio, juros, todos estes fatores estabelecem uma alta influência nos preços e produção, o que dificulta o planejamento dos produtores (CONAB, 2018).

Além da produção do grão, o cultivo do trigo garante uma boa palhada para as culturas que serão cultivadas no verão e este é um dos fatores que determinam a semeadura, já que dificilmente esta cultura resulta em lucros financeiros significativos (CONAB, 2017).

3.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O TRIGO

Na exploração da cultura do trigo, quando almeja-se altas produtividades é indispensável que a fertilidade do solo esteja corrigida, para assim, nutrir bem as plantas, sabe-se que o nutriente mais absorvido e também o mais exportado pelo trigo é o nitrogênio, sendo

também o nutriente que exerce grande influência sobre a produtividade desta cultura (PRANDO et al., 2013).

O nitrogênio é um componente importante dos aminoácidos e das proteínas, também faz parte da molécula de clorofila, sendo assim, tem influência sobre a fotossíntese das plantas (REETZ, 2017).

A planta de trigo inteira extrai do solo 28 Kg de nitrogênio por tonelada de planta e a quantidade de nitrogênio que é removida pela colheita é de 20 Kg t⁻¹ (SERRAT et al., 2018). A quantidade de nitrogênio que o solo fornece para as plantas é insuficiente, por esse motivo existe a necessidade de realizar a adubação nitrogenada na cultura do trigo (SILVA et al., 2008). Para o estado do Paraná a recomendação é baseada na exigência da planta e para algumas espécies antecessoras ao trigo a matéria orgânica é considerada, a adubação nitrogenada é parcelada, aplicando, quando a semeadura for realizada após a soja, de 10 a 30 Kg ha⁻¹ na semeadura, o que proporciona altas produtividades segundo estudos, e o restante da dose a lançar entre o perfilhamento e a alongação (NEPAR, 2017). Alguns sintomas de que a quantidade de nitrogênio não está suficiente para a planta e está ocorrendo deficiência são, as folhas mais velhas amareladas, baixo crescimento, redução do perfilhamento, senescência precoce (SERRAT et al., 2018).

Atualizar as recomendações quanto a adubação nitrogenada conforme surgem novos estudos e tecnologias disponíveis é essencial para que o produtor tenha retorno econômico e produza grãos de qualidade (PRANDO et al., 2013).

3.3 FONTES DE NITROGÊNIO

No solo o nitrogênio está presente de formas diferentes e pode ser absorvido também em formas diferentes pelas plantas (REETZ, 2017), sendo as mais comuns NO₃⁻ (nitrato), NH₄⁺ (amônio) e a NH₃ (amônia) (SERRAT et al., 2018). Durante o crescimento das plantas o nitrogênio é transformado em diferentes formas por vários processos químicos e biológicos (REETZ, 2017).

Dentre os fertilizantes nitrogenados há uma variedade de formulações, onde cada uma se adapta melhor para uso em diferentes sistemas de produção, mas todas as formulações começam com a produção da amônia anidra pelo processo de Haber-Bosh, no qual a amônia anidra é desenvolvida do ar e gás natural, através da reação $[3H_2+N_2 \rightarrow 2NH_3]$, sob pressão e alta temperatura (REETZ, 2017).

A amônia anidra pode ser aplicada diretamente como fertilizante, mas também é utilizada como matéria prima para a produção de nitrato de amônio, ureia, e outros fertilizantes nitrogenados, como MAP e DAP (REETZ, 2017) Nos adubos, as formas mais comuns de nitrogênio são amônio (NH_4^+), amônia (NH_3), amina (NH_2) e nitrato (NO_3^-) (NEPAR, 2017).

Dentre os principais fertilizantes nitrogenados mais utilizados estão a ureia e o nitrato de amônio com teor mínimo de 44% e 32% de nitrogênio em sua composição, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1: PRINCIPAIS FERTILIZANTES NITROGENADOS E TEOR MÍNIMO DO NUTRIENTE.

Fertilizantes	Garantia mínima	Observações
Ureia	44% de N	
Nitrato de amônio	32% de N	
Sulfato de amônio	20% de N	22 a 24% de S
Nitrato de cálcio	14% de N	18 a 19% de Ca

FONTE: SBCS, (2004).

A ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) é o fertilizantes nitrogenado sólido mais utilizado no mundo (REETZ, 2017). Na agricultura brasileira, entre os fertilizantes nitrogenados, é responsável por 60% destes produtos, um dos motivos desta ampla utilização é o custo pela unidade de nitrogênio quando comparado aos demais produtos (CANTARELLA et al., 2008).

Para a produção de ureia acontece uma reação controlada de amônia e dióxido de carbono, isto, com temperatura e pressão elevados, em seguida a ureia liquefeita com ajuda de um equipamento de granulação é transformada em esferas ou, enquanto cai de uma torre é endurecida em perola sólida (REETZ, 2017).

No solo a ureia precisa ser convertida em amônio ou nitrato. Para transformar a ureia em amônio ela precisa entrar em contato com a enzima urease que é liberada por microrganismos e assim formará amônio, seguindo a seguinte reação simplificada: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{CO}_3$. Além da formação de amônio há a liberação de OH^- , isto eleva o pH ao redor do grânulo (GUARÇONI, 2008).

Quanto ao o nitrato de amônio (NH_4NO_3) que inicialmente foi produzido como produto de munição, é produzido pela reação do gás amônia com o ácido nítrico formando uma solução concentrada. Está solução é lançada de uma torre e se solidifica em pérolas ou é transformada em nitrato granulado através da pulverização da solução em pequenos

grânulos (REETZ, 2017). Este nitrogênio pode ser absorvido na forma de amônio ou pode ser convertido em nitrato e também estará prontamente disponível para as plantas. Este produto é muito utilizado para fertirrigação e aplicação foliar (REETZ, 2017).

Os fertilizantes de liberação lenta ou controlada atrasam ou estendem sua disponibilidade para a absorção e utilização pela planta. Isto pode acontecer por diversos mecanismos como, camadas semipermeáveis, materiais proteicos, oclusão, ou outras formas químicas (TRENKEL, 2010).

Para o desenvolvimento desses fertilizantes nitrogenados com aditivos é preciso que estes apresentem características especiais, tal como: não ser tóxicos para o solo; não apresentar efeitos colaterais negativos para a fertilidade do solo; e não ter toxicidade para os animais, plantas e seres humanos. Além disso o processo de registro é demorado. Estas características tornam o produto caro e gera demora para entrar no mercado (TRENKEL, 2010).

Existem diferentes formulações, aditivos e revestimentos disponíveis para o produtor manejar os fertilizantes nitrogenados, eles são classificados como produtos inibidores, estabilizadores, de liberação lenta e de liberação controlada (REETZ, 2017).

Os fertilizantes de liberação controlada, são fertilizantes que possuem alta solubilidade em água, como a ureia, nos quais são adicionados compostos que recobrem o grânulo servindo de barreira física controlando a passagem de nitrogênio. Vários compostos podem ser utilizados para recobrir os grânulos, como o enxofre elementar, polietileno, resinas plásticas entre outros. A camada de enxofre pode ter uma certa fragilidade e desuniformidade, sendo necessária outra camada revestindo os grânulos com polímeros (GUELFÍ, 2017). Características físicas e físico-químicas como: formação de pó, aumento da dureza, maior uniformidade dos grânulos, redução do empedramento, higroscopicidade, também podem ser melhoradas dependendo do material empregado no revestimento_ (GUELFÍ, 2017). Suprir o nitrogênio com fertilizantes de liberação controlada é teoricamente sincronizar a absorção pela planta com a disponibilidade do nutriente no solo, dependendo das condições de umidade do solo e temperatura.

Segundo Guelfi (2017) entre os anos de 2011 e 2014, a capacidade de produção mundial de fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação controlada ou lenta, quase dobrou, passando de 6,5 para 11,6 milhões de toneladas, sendo a Ásia a maior produtora e consumidora destes fertilizantes.

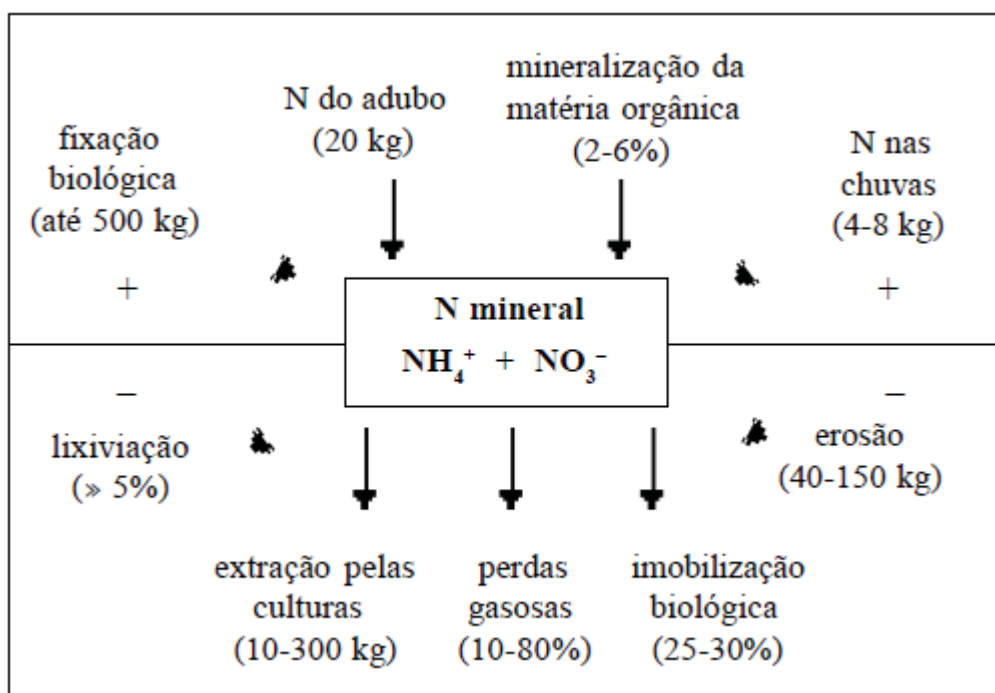
Os preços dos fertilizantes convencionais e os de eficiência melhorada variam em função da tecnologia de produção, matérias-primas e distância do mercado consumidor. No

esquema a seguir segue a tendência dos preços em ordem crescente: convencionais < estabilizados < blends ≤ liberação lenta < liberação controlada (GUELF, 2017).

3.4 PERDAS DE NITROGÊNIO

No sistema solo-planta-atmosfera há um balanço de nitrogênio que é realizado através da diferença entre ganhos e perdas, como está ilustrado na Figura 1. Essas perdas podem ocorrer em função da lixiviação, extração das culturas, imobilização biológica, erosão (YAMADA; ABDALLA, 2000) e perdas gasosas como o gás N₂, amônia (NH₃), óxido nítrico (N₂O) ou gases NO_x (REETZ, 2017).

FIGURA 1: GANHOS E PERDAS DE NITROGÊNIO NO SISTEMA.



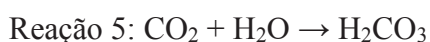
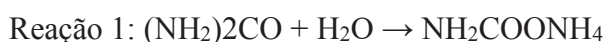
FONTE: YAMADA; ABDALLA, (2000).

As perdas na forma de gases que são liberados para a atmosfera podem ser de 10 até 80%, processo que pode ser causado pela volatilização da amônia e pela desnitrificação que é a redução do nitrato em nitrito em gases nitrogenados, causada por espécies de bactérias encontradas no solo (YAMADA; ABDALLA, 2000).

Entre a ureia, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio, os quais são os produtos mais utilizados, a ureia é a única que possui elevado potencial de perda de nitrogênio pelo processo da volatilização de amônia. Apesar disso, não é comum ser observada diferença

na produtividade de grãos quando comparado com os demais produtos (NEPAR, 2017). Grande parte dos fertilizantes nitrogenados são rapidamente disponíveis e isto faz com que estejam sujeitos a perdas de nitrogênio antes de ser absorvido pelas plantas. O desenvolvimento de produtos de liberação controlada, podem reduzir essas perdas (REETZ, 2017).

Depois da aplicação da ureia no solo, acontecem algumas reações:



Na primeira reação, a ureia é hidrolisada pela enzima urease, resultando em carbamato de amônio; logo após, em meio aquoso, o carbamato de amônio se converte em carbonato de amônio; na reação 3 com a presença de prótons (H^+) há a produção de amônio, dióxido de carbono e água, isso eleva o pH ao redor dos grânulos (FREITAS, 2017). Na quarta reação a molécula de amônio reage com a hidroxila, gerando a amônia, que é volátil. O dióxido de carbono formado na reação 3 se transforma em ácido carbônico (reação 5), e esse ácido carbônico se dissocia liberando um próton, isso reduz o pH do solo (FREITAS, 2017).

3.5 COMO EVITAR PERDAS DE NITROGÊNIO

As pesquisas direcionadas aos fertilizantes nitrogenados possuem muitos desafios para desenvolver tecnologias que reduzam as perdas de nitrogênio, muitos produtos já surgiram mas estão em constante aperfeiçoamento para que deem resultados e sejam rentáveis para os produtores (GUELFY, 2017).

Segundo Vitti et al. (1984) citado por MENEZES (2004), para diminuir as perdas de nitrogênio existem diferentes técnicas e estas podem ser divididas em três grupos: o agrícola, o tecnológico e o genético. Dentre os fatores agrícolas estão o parcelamento da adubação, o local em que o fertilizante será aplicado no solo, uso de sais amoniacais. No grupo das tecnologias que podem ser adotadas estão, a variação do tamanho do grânulo, a ureia protegida e o uso de inibidores da nitrificação e da urease. Quanto ao fator

genético diz respeito ao desenvolvimento de variedades que sejam mais eficientes na absorção do nutriente.

Quando se conhece a melhor época do cultivo para a aplicação do fertilizante nitrogenado que é a época em que há uma grande exigência da cultura pelo nutriente, as perdas são reduzidas e a eficiência é maximizada (COSTA; ZUCARELI; RIEDE, 2013), sendo importante também conhecer as quantidades necessárias para a aplicação, para que não haja deficiência e também não sobre nutriente, ficando passível de perdas (REETZ, 2017). Algumas medidas que os produtores geralmente já conhecem e sempre que possível seguem, são: aplicar a ureia antes da chuva (15-20 mm) (NEPAR, 2017), para que a água movimente o adubo para dentro do solo (FREITAS, 2017), e em horários de clima mais amenos, incorporar a ureia ao solo (NEPAR, 2017).

Os avanços das tecnologias de produtos e manejo podem reduzir as perdas de nitrogênio nos sistemas agrícolas e garantir melhores produtividades e qualidade do produto final, mas esse aumento da eficiência da adubação nitrogenada deve sempre levar em conta a rentabilidade ao produtor e o menor impacto ambiental (GUELF, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos a campo no município de Araucária, no estado do Paraná (25°41'20.1"S e 49°25'46.7"W). O município de Araucária está localizado na Região Metropolitana de Curitiba, sua altitude é de 897 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Cfb, clima temperado, sendo que no mês mais frio a temperatura média é abaixo de 18°C, os verões são frescos com temperatura média abaixo de 22°C e não possui estação seca definida (IAPAR, 2000).

A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, sobre a palhada de soja após a dessecação com glifosato (Crucial), alquilbenzeno (Select 240 EC), 2,4 D (DMA 806 BR). A cultivar de trigo utilizada foi a ORS Vintecinco, semeado no experimento 1 no dia 19 de junho, e no experimento 2 dia 25 de junho. Na semeadura foram aplicados 300 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15, totalizando 30 kg.ha⁻¹ de N; 45 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg.ha⁻¹ de K₂O, dose definida com o auxílio da análise do solo (Tabela 2).

FIGURA 2: SEMEADURA DO EXPERIMENTO.



FONTE: A autora (2018)

TABELA 2: RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO DOS LOCAIS DOS EXPERIMENTOS, NA PROFUNDIDADE DE 0-20 cm.

Amostra	pH		Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	M.O	CTC	SB	V%	m%	Granulometria %		
	CaCl ₂	SMP												Areia Silte Argila		
			cmol/dm ³				mg/dm ³	g/dm ³	pH7							
Lote 1	5,33	6,48	0,00	3,47	4,88	2,84	0,44	35,22	28,37	11,63	8,16	70,10	0,00	34,0	26,0	40,0
Lote 2	5,22	6,34	0,00	3,85	4,60	3,00	0,35	12,05	26,99	11,80	7,95	67,30	0,00	35,0	23,0	42,0

FONTE: A autora (2018).

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 4x4, resultante da combinação de quatro produtos aplicados em cobertura em quatro estádios fenológicos, com 3 repetições,

totalizando 48 parcelas em cada experimento. Cada parcela teve o tamanho de 1,8 m x 5 m (12 linhas espaçadas de 0,15 m de 5 m), totalizando 9 m².

FIGURA 3:ÁREA DO EXPERIMENTO UM AOS 45 DIAS APÓS A SEMEADURA.



FONTE: A autora (2018)

Os produtos utilizados (Figura 2) foram ureia (46% de N); ureia de liberação controlada (39% de N e 11% de S); nitrato de amônio (32% de N); e testemunha sem aplicação. (Figura 2) A dose total de N (semeadura mais cobertura) foi de 80 kg ha⁻¹ (NEPAR, 2017) sendo que a dose complementar à do sulco foi aplicada a lanço em cobertura. A ureia protegida consistiu de grânulos de nitrogênio revestidos por uma camada de enxofre e de polímeros, que absorvem a água e dissolvem os nutrientes, liberando de forma constante e gradativa (COMPASS MINERALS, 2019).

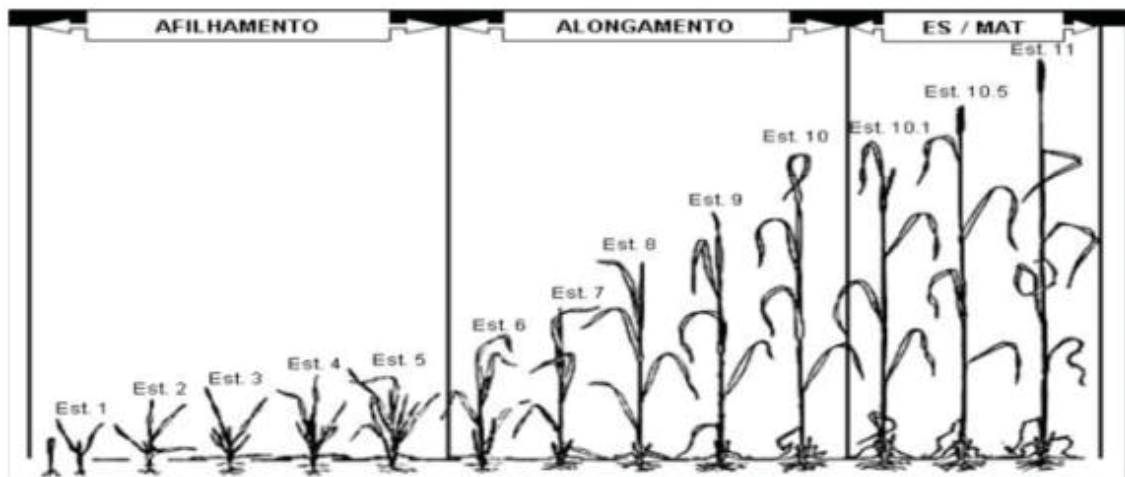
FIGURA 4: ASPECTO VISUAL DA UREIA (A), UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA (B) E NITRATO DE AMÔNIO (C) UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.



FONTE: A autora (2018)

Os estados fenológicos em que os produtos foram aplicados seguiram a escala fenológica de Feekes & Large (Figura 3) sendo eles: 5 - perfilhos formados; 6 - início do alongamento; 7 - primeiro nó do colmo visível; e 9 - folha bandeira visível.

FIGURA 5:ESTÁDIO FENOLÓGICOS DA ESCALA DE FEEKS E LARGE (1954).



FONTE: Feeks e Large (1954 citado por CAMPONOGARA, 2016).

No experimento um as aplicações ocorreram nos dias 20/07 (30 dias após a semeadura), 02/08 (43das), 14/08 (55 das), 27/08 (68 das). No experimento 2 as aplicações ocorreram nos dias 24/07 (31 das), 06/08 (44 das), 20/08 (58 das), 31/08 (69 das).

Aos 32 das foi realizada a aplicação de fungicida, propiconazol (Tino) na dose de 400 ml ha⁻¹; herbicida iodosulfurom-metílico (Hussar) 80g ha⁻¹, metsulsurom-metílico (Nufuron) 4g ha⁻¹; inseticida neonicotinoide e piretroide (Connect) 300 ml ha⁻¹.

Aos 83 das foi realizada a aplicação do fungicida trifloxistrobina e tebuconazol (Nativo) 750 ml ha⁻¹; inseticida tiametoxam (Engego pleno)150 ml ha⁻¹; adjuvante (Aureo) 450 ml ha⁻¹.

Aos 104 das foi realizada a aplicação do fungicida azoxistrobina e ciproconazol (Priori xtra) 300 ml ha⁻¹; inseticida neonicotinoide e piretroide (Connect) 300ml ha⁻¹; adjuvante (Agroleo) 400ml ha⁻¹.

A colheita foi realizada nos dias 06, 07 e 08 de novembro, sendo colhidas 6 linhas de 4 m centrais, totalizando uma área de 3,6 m² de cada parcela. Após a colheita as amostras foram trilhadas.

FIGURA 6:ÁREA DO EXPERIMENTO UM APÓS A COLHEITA.



FONTE: A autora (2018)

FIGURA 7: COLHEITA DO EXPERIMENTO.



FONTE: A autora (2018)

As análises para determinação da umidade dos grãos, produtividade e massa de 1.000 grãos foram realizadas no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Paraná. Para determinar a produtividade de grãos, as amostras totais foram pesadas em balança de precisão e tiveram a umidade corrigida para 13%. Para calcular a massa de 1.000 grãos foi realizada a pesagem de oito sub-amostras com 100 grãos cada, seguindo o método descrito por Brasil (2009).

A determinação do peso hectolítrico (PH) foi efetuada na empresa Sul Agrícola na cidade de Araucária, utilizando-se uma balança hectolítrica seguindo o método descrito por Brasil (2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e em caso de significância comparados por Tukey a 5% de probabilidade. Para época de aplicação foi utilizada análise de regressão. O programa estatístico utilizado foi o R.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ÉPOCA DE APLICAÇÃO

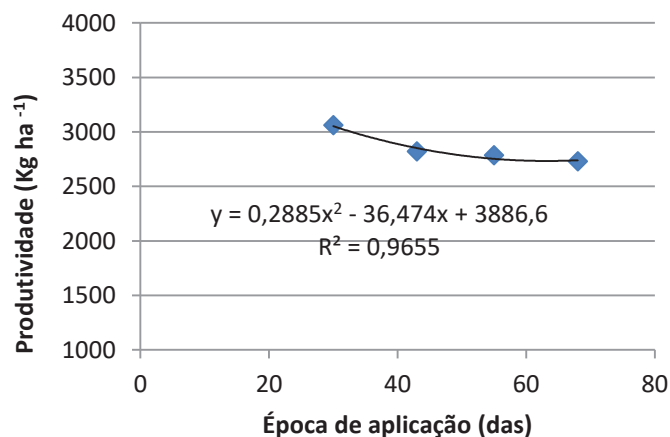
Não houve diferença entre os tratamentos na análise de variância (anexo 1), quanto a época de aplicação, para produtividade, peso hectolítrico e massa de mil grãos, a não ser no experimento 2 para este último item. Pode-se notar com a regressão negativa que nas duas áreas quanto mais tardia a aplicação, menor a produtividade (Gráficos 1 e 2). Resultado similar foi encontrado por Silva et al. (2008) onde os maiores valores para produtividade foram obtidos quando a adubação nitrogenada de cobertura foi feita aos 30 dias após a emergência das plantas ou com 1/3 na semeadura e o restante 30 dias após a emergência das plantas. Bennett et al. (2011) não obtiveram diferença para massa de mil grãos, produtividade e peso hectolítrico, quando utilizaram ureia no perfilhamento; no florescimento; e no perfilhamento e no início da formação dos grãos.

TABELA 3: MÉDIAS DE MASSA DE MIL GRÃOS (MMG), PRODUTIVIDADE E PESO HECTOLÍTRICO (PH) POR ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO DE COBERTURA EM DIAS APÓS A SEMEADURA (ÉPOCA), NOS EXPERIMENTOS 1 E 2.

Época (das)	Experimento 1			Experimento 2		
	MMG g	Prod kg ha ⁻¹	PH	MMG g	Prod kg ha ⁻¹	PH
30	55,30	3062	76,30	54,14	2494	76,49
43	56,04	2820	76,48	53,29	2303	76,79
55	54,64	2785	76,15	54,68	2324	76,49
68	57,26	2730	76,99	55,10	2288	76,99

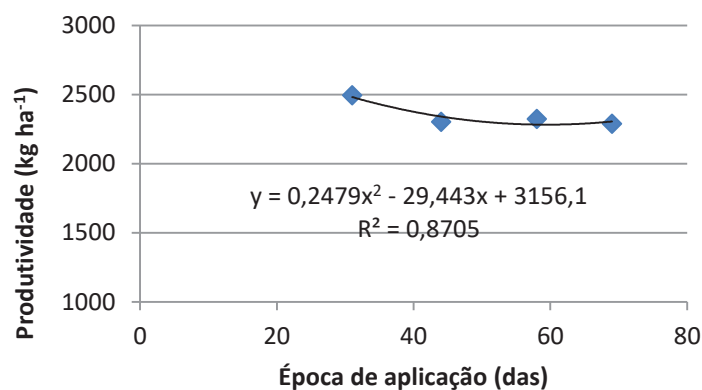
FONTE: A autora (2019).

GRÁFICO 1: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO EM RELAÇÃO A ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA, EM DIAS APÓS A SEMEADURA (das), NO EXPERIMENTO 1.



FONTE: A autora (2019).

GRÁFICO 2: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO EM RELAÇÃO A ÉPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA, EM DIAS APÓS A SEMEADURA (das), NO EXPERIMENTO 2.



FONTE: A autora (2019).

5.2 FONTES DE NITROGÊNIO

As fontes de nitrogênio não diferiram quanto às variáveis avaliadas. Isso pode ter ocorrido devido ao fato da adubação nitrogenada de cobertura não ter dado resposta, por causa da adubação de plantio, pela quantidade de matéria orgânica do solo ou também pelo fato da produtividade ter sido baixa. No trabalho de Prando et al. (2013) em que foram utilizados como fonte de nitrogênio, ureia, ureia + inibidor de urease e ureia revestida com polímero, também não houve diferença na produtividade do trigo produzido após a cultura da soja, com produtividades de 3295, 3250, e 3357 Kg ha⁻¹, respectivamente. Em outro trabalho

realizado também após a cultura da soja, Prando et al. (2012) não obtiveram diferença significativa nas características avaliadas, entre as diferentes fontes de nitrogênio, no caso foram utilizados, ureia, ureia com inibidor de urease e ureia de liberação lenta. Os autores comentam que provavelmente a condição meteorológica teve grande influência nesse resultando devido aos 18 dias sem chuva após a adubação de cobertura. Com a cultura do trigo instalada após o cultivo de milho, Silva et al. (2008) também não obtiveram diferença na produtividade com a utilização de ureia e ureia de liberação lenta. Teixeira Filho et al. (2010), obtiveram resultado semelhante utilizando ureia, sulfato de amônio e ureia de liberação lenta, com o resultado sendo atribuído ao fato de após a adubação a área ter sido irrigada, o que teria reduzido as perdas de nitrogênio por volatilização, ou seja, em condições de seca ou de área irrigada diferentes autores notaram a ausência de resposta para as diferentes fontes de nitrogênio.

TABELA 4 MÉDIAS DE MASSA DE MIL GRÃOS (MMG), PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E PESO HECTOLÍTRICO (PH) DE TRIGO, EM FUNÇÃO DAS FONTES DE NITROGÊNIO, NOS EXPERIMENTOS 1 E 2

Fonte de N	___ Experimento 1 ___			___ Experimento 2 ___		
	MMG	Produtividade	PH	MMG	Produtividade	PH
	g	kg ha ⁻¹		g	kg ha ⁻¹	
Ureia	54,09 a*	2865 a	76,50 a	53,92 a	2451 a	76,34a
Nitrato	53,23 a	2863 a	70,15 a	48,52 a	2199 a	70,66 a
Ureia protegida	56,15 a	2811 a	76,80 a	54,32 a	2362 a	76,68 a
Testemunha	55,34 a	2620 a	76,62 a	56,39 a	2214 a	77,20 a

*Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si – Tukey 5%.

FONTE: A autora (2019).

6. CONCLUSÕES

Este experimento não obteve resultado para a adubação nitrogenada de cobertura no trigo, sendo assim, neste caso, não haveria diferença entre as fontes utilizadas, a recomendação é utilizar como fonte a ureia que possui o custo mais baixo. A melhor época para aplicação da adubação nitrogenada do trigo é nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

7. ANEXO

ANEXO 1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (VALORES DE p) PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS, MASSA DE MIL GRÃOS E PESO HECTOLÍTRICO DE TRIGO NOS EXPERIMENTOS 1 E 2.

Experimento 1	Produtividade	MMG	PH
Causa Variação	0,235	0,535	0,155
Época	0,059	0,285	0,200
Fonte	0,591	0,202	0,083
Época x Fonte	0,978	0,492	0,771
Experimento 2			
Causa Variação	0,111	0,218	0,582
Época	0,090	0,732	0,236
Fonte	0,132	0,005	0,697
Época x Fonte	0,290	0,648	0,523

FONTE: A autora (2019).

8. REFERÊNCIAS

BENETT, C. G. S; BUZETTI, S; SILVA, K. S; TEIXEIRA FILHO, M. C. M; ANDREOTTI, M; ARF, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32, n. 3, p. 829-838, jul/set. 2011.

CAMPONOGARA, A; GALLIO, E; BORBA, W. F. de; GEORGIN, J. O atual contexto da produção de trigo no Rio Grande do Sul. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 246-257, mai/ago. 2015.

CAMPONOGARA, A. S. da; OLIVEIRA, G. A; GEORGIN, J; ROSA, A. L. D. da. Avaliação dos componentes de rendimento do trigo quando submetido a diferentes fontes de nitrogênio. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 524-532, jan/abr. 2016.

CANTARELLA, H. et al. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CAVIGLIONE, João Henrique; KIIHL, Laura Regina Bernardes ; CARAMORI, Paulo Henrique ; OLIVEIRA, Dalziza. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000. CD

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **A cultura do trigo: Análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2009-2017**. In: Compêndio de estudos Conab, Brasília, v.15, 2018.

COMPASS MINERALS. **Polyblen**. <<https://compassminerals.com.br/agro/vegetal/polyblen/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistemas de produção. **Cultivo de trigo**. Abr, 2014. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-1&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_-996514994_topicoId=3045&p_p_mode=view>. Acesso em: 31 jan. 2019.

FREITAS, T. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro: eficiência e custos**. 96 f. Dissertação (Produção vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

GUARÇONI, A. M. - **Dinâmica dos fertilizantes nitrogenados a base de nitrato**. 2008. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/img_news/lp/adubacao/artigo3.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GUELFY, D. **Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada**. Informações agrônomicas. IPNI. n. 157, mar. 2017.

MENEZES, M. J. T. **Eficiência agrônômica de fontes nitrogenadas e de associações de fertilizantes no processo de diferimento de *Brachiaria brizantha* cv Marandu**. 113 f. Dissertação (Ciência animal e pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NEPAR – Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2017. 482p.

PEREIRA, H. S; LEÃO, F. A; VERGINASSI, A; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 6, Nov/Dec. 2009.

PRANDO, A; ZUCARELI, C; FRONZA, V; BASSOI, M. C; OLIVEIRA, F. A. de. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico de genótipos de trigo. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 621-632, abr. 2012.

PRANDO, A. M; ZUCARELI, C; FRONZA, V; OLIVEIRA, F. A. de; JÚNIOR, A. O. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, jan/mar. 2013.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 178 p. 2017.

ROS, C. O. da; AITA, C; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 799-805, jul/ago. 2005.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, 400 p., 2004.

SERRAT, B. M. et al. **Módulo: Nutrição de plantas**. Especialização em fertilidade do solo e nutrição de plantas. Curitiba: UFPR. 86 p. 2018. Apostila.

SILVA, S. A; ARF, O; BUZETTI, S; SILVA, M. G. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 2717-2722, 2008.

TASCA, F. A; ERNANI, P. R; ROGERI, D. A; GATIBONI, L. C; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de uréia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p. 493-502. 2011.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M; BUZETTI, S; ANDREOTTI, M; ARF, O; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v. 45, n. 8, p. 797-804, ago. 2010.

TRENKEL, M. E. **Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: Na Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture.** 2 ed. IFA. Paris. Out. 2010.

VIOLA, R; BENIN, G; CASSOL, L. C; PINNOW, C; FLORES, M. F; BORNHOFEN, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia.** Campinas. v. 72, n. 1, p.90-100. 2013.

YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agronômicas.** Piracicaba: Potafos, set/2000.