



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS CHAPECÓ**

**AGRONOMIA**

**ENZO GIUSEPE TRES**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO ADUBADO COM  
DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO**

**CHAPECÓ**

**2018**

**ENZO GIUSEPE TRES**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO ADUBADO COM  
DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de  
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como  
requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

**CHAPECÓ**

**2018**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Tres, Enzo Giusepe  
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO ADUBADO COM  
DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO /  
Enzo Giusepe Tres. -- 2018.  
33 f.

Orientador: Doutor Siumar Pedro Tironi.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Chapecó, SC , 2018.

1. . I. Tironi, Siumar Pedro, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ENZO GIUSEPE TRES

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO ADUBADO COM DIFERENTES  
FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 11/12/2012.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi - UFFS



Prof. Dr. Jorge Luis Mattias



Prof. Dr. Ezequiel Koppe

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida, saúde e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu pai Asis Carlos Tres, a minha mãe-Marlene Delarmelin Tres, e a minha irmã Valéria Tres por me prestar apoio, incentivo, por sempre acreditarem em mim e nunca me deixarem desistir dos meus sonhos.

A minha namorada Roberta Milan Largo por me apoiar nos momentos difíceis.

Enfim, a toda minha família que sempre esteve ao meu lado e sempre esteve disposta a me ajudar em tudo que fosse possível.

A Universidade Federal da Fronteira Sul, por me proporcionar o ensino superior público e gratuito de qualidade.

Aos professores do Curso de Agronomia, por todo o conhecimento repassado e amizade construída.

Ao meu orientador, professor Dr. Siumar Pedro Tironi, pelos ensinamentos, pela amizade, pela paciência e atenção, que foram essenciais para elaboração deste trabalho que será fundamental para minha vida profissional.

A todos os meus colegas por esses anos maravilhosos e por me permitirem compartilhar esta caminhada, onde dividimos bons e maus momentos sempre os superando como uma equipe.

Por fim, a todas as pessoas que participaram e me ajudaram de alguma forma ou outra, agradeço do fundo do meu coração.

**Muito obrigado!**

## RESUMO

O milho é uma das principais fontes de alimento para animais e seres humanos, cultura essa que destaca-se como uma das mais cultivadas no mundo. O adequado desenvolvimento da cultura depende de alguns fatores ambientais, como é o caso dos nutrientes presentes no solo, tais como o nitrogênio. A demanda desse nutriente geralmente é suprida pela reserva do solo adubações realizadas na base e em cobertura. Considerando que fontes de nitrogênio e épocas de aplicação podem interferir diretamente na disponibilidade para cultura. Com isso, objetivou-se, com esse experimento, avaliar qual é a fonte de nitrogênio e época de aplicação que proporcionará melhor desempenho produtividade da cultura do milho. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul situada no município de Chapecó-SC, o delineamento foi em blocos ao acaso com parcelas de 15 m<sup>2</sup> (3 x 5m), com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos de fatorial 3x4, em que o primeiro fator foi composto por fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônia e nitrato de amônio) e o segundo por época de aplicação, que foram: 1- base (20%) + v7 (80%); 2- base (10%) + v4 (40%) + v8 (50%); 3 - base (100%); e 4 - testemunha sem adubação. A cultivar de milho utilizada foi DKB Pro3 com uma densidade de semeadura de 7 sementes por m<sup>2</sup>. As avaliações foram realizadas no florescimento quantificando o diâmetro de colmo e estatura das plantas, foi realizadas as avaliações de massa verde e posteriormente massa seca da parte aérea das plantas, ainda como análises finais foi efetuado avaliações da altura de inserção de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, comprimento de espiga, massa de mil grãos e produtividade. Com os resultados obtidos é possível concluir que a fonte de nitrogênio que apresentou maior contribuição na produtividade da cultura foi o nitrato mais amônio, aplicado apenas na base.

**Palavras-chave:** ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônia.

## ABSTRACT

Corn is one of the main sources of food for animals and humans, a crop that stands out as one of the most cultivated in the world. The adequate development of the crop depends on some environmental factors, such as the nutrients present in the soil, such as nitrogen. The demand for this nutrient is usually supplied by reserving the soil fertilizations performed at the base and in coverage. Considering that nitrogen sources and times of application can directly interfere in the availability to culture. The objective of this experiment was to evaluate the source of nitrogen and the time of application, which will provide a better performance of the maize crop. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Southern Frontier, located in the municipality of Chapecó-SC, with a plot of 15 m<sup>2</sup> (3 x 5m) with 4 replications. The treatments were composed of 3x4 factorial, in which the first factor was composed of nitrogen sources (urea, ammonium sulphate and ammonium nitrate) and the second by application time, which were: 1 - base (20%) + v7 (80%); 2-base (10%) + v4 (40%) + v8 (50%); 3-base (100%); and 4 - control without fertilization. The corn cultivar used was DKB Pro3 with a seeding density of 7 seeds per m<sup>2</sup>. The evaluations were carried out in the blossoming by quantifying the stem diameter and height of the plants, the evaluations of green mass and later dry mass of the aerial part of the plants were carried out, as well as final analyzes were made evaluations of the height of spike insertion, number of rows per ear, number of grains per row, ear length, mass of one thousand grains and productivity. With the results obtained it is possible to conclude that the nitrogen source that presented the greatest contribution in the crop productivity was the nitrate plus ammonium, applied only in the base.

Key words: urea, ammonium nitrate, ammonium sulfate.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Dados de precipitação pluviométrica acumulada mensal histórica (mm) e acumulada ocorrida (mm), para o ano de 2016-2017 no município de Chapecó/SC.....21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala fenológica do milho (HANWAY, 1963).....	16
Tabela 2 – Valores médios de massa seca foliar de milho (g ), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.....	22
Tabela 3 – Valores médios de diâmetro de colmos de milho (cm), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.....	23
Tabela 4 – Valores médios de altura de planta (AP), número de fileira por espigas (NFPE), número de grãos por fileira (NGPF), comprimento de espiga (CE) e altura de inserção de espiga (AIE) de milho, em função de diferentes fontes de nitrogênio. ....	24
Tabela 5 – Valores médios de altura de planta (AP), número de fileira por espigas (NFPE), número de grãos por fileira (NGPF), comprimento de espiga (CE) e altura de inserção de espiga (AIE) de milho, em função da épocas de aplicação de nitrogênio. ....	25
Tabela 6 – Valores médios de massa de mil grãos (g) de milho, em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.....	25
Tabela 7 – Valores médios de produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA .....	14
3.2 FENOLOGIA.....	16
3.3 NITROGÊNIO (N) .....	17
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura pertencente à família Poaceae, uma das mais importantes para a economia do nosso país, sendo um dos principais cereais que origina renda e movimentam o agronegócio brasileiro (BOZZA, 2007).

Segundo os dados da Conab (2018), a área cultivada da cultura de milho é de aproximadamente 16 milhões de hectares, com expectativa de 90 milhões de toneladas, para a safra 2018/2019. Comparando com a safra 2017/2018 houve um acréscimo de 10 milhões toneladas na produção.

No Brasil, o cultivo de milho é dividido em duas épocas de semeadura. O plantio de verão ou primavera, conhecido como safra, é realizado na época tradicional, durante a época chuvosa, e o segundo plantio mais conhecido como milho safrinha que vem aumentando e tornando-se comum no cenário agrícola (VORPAGEL, 2010).

Com o passar do tempo observou-se um avanço nas áreas cultivadas com milho, por possuir alto potencial produtivo e proporcionar grande rentabilidade. No entanto, a produtividade média nacional é baixa, o que indica que devem-se expandir tecnologias para alcançar alta produtividade e maior rentabilidade aos produtores. Pensando em melhorar a eficiência na produção, um dos fatores que podemos utilizar é o uso de fontes de fertilizantes nitrogenados (MARTINS, 2013).

O nitrogênio (N) é um nutriente de grande importância para a cultura do milho, sendo que é essencial para atingir altas produtividades, pois o mesmo desempenha importante função nos processos bioquímicos do vegetal, tais como aminoácidos que formam as proteínas, sendo que, os mesmos estão associados à produtividade e qualidade dos grãos de milho, e conseqüentemente do nitrogênio que é fornecido à cultura (FORNASIERI FILHO, et al., 2007).

O potencial máximo de desenvolvimento e produtividade da cultura do milho é obtida quando atendidas todas suas exigências nutricionais, que demanda de quantidades geralmente superiores daquelas encontradas naturalmente nos solos (FARINELLI & LEMOS, 2012).

Segundo Coelho, et al. (1992), o milho exige nutrientes que devem ser aplicados em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se almeja alta produtividade, em especial o N.

O potencial de produção de grãos está interligado à área foliar. Folhas com adequados teores de nitrogênio oferecem maior capacidade de assimilar gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e sintetizar

carboidratos durante a fotossíntese, conseqüentemente o acúmulo de massa seca tende a ser maior, possibilitando maior ganho de grãos, sendo que, está inteiramente ligada a translocação de açúcares e de nitrogênio, sobretudo da parte aérea folhas para os grãos (BARROS NETO, 2008).

Segundo Oliveira (2015), as quantidades de nitrogênio encontradas no solo podem não ser suficientes para suprir altas produtividades, no entanto, necessita de outras fontes deste nutriente para garantir o potencial produtivo do híbrido instalado. Sendo que, as principais fórmulas de nitrogênio utilizadas no Brasil, são: ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio.

Importante ressaltar que a falta do N no solo acarreta na redução de área foliar, impossibilitando o crescimento vegetal ocasionando assim uma baixa produtividade. Por isso, é de extrema importância calcular a quantidade de adubo a ser aplicado no solo e escolher o período mais ideal para aplicá-lo, considerando o tipo ou a fonte de nitrogênio a ser utilizada.

O uso da adubação nitrogenada pode ser realizado na pré-semeadura, juntamente e/ou ao mesmo tempo com a semeadura e também em diferentes estádios fenológicos da cultura, aplicando-se em cobertura.

Deste modo a escolha da época de aplicação depende das características do solo da cultura e acúmulo de nitrogênio. Este nutriente é muito influenciado por fatores climáticos, seu manejo muda conforme o clima e índice de produtividade de cada região para a cultura (OLIVEIRA, 2015), pois podem ocorrer perdas por volatilização e lixiviação do nutriente.

Levando em consideração a importância do milho para a alimentação animal e também humana, que vem aumentando com o passar do tempo, deve-se elevar também a produtividade da cultura, fato que demanda demanda de grande quantidade de N.

Entretanto é de grande importância desenvolver pesquisas com intuito de definir a melhor época de aplicação bem como a fonte a ser fornecida nessa adubação, para que os resultados obtidos sejam disponibilizados e sirvam de informação aos agricultores, técnicos e agrônomos a fim de maximizar a produtividade.

## **2. OBJETIVOS**

Os objetivos foram divididos em geral e específicos, como mencionados logo a baixo.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar a eficiência de diferentes fontes de adubo nitrogenado e época de aplicação no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar a melhor época de aplicação das diferentes fontes de nitrogênio na cultura do milho.
- Verificar qual fonte de nitrogênio proporciona maior produtividade de grãos.
- Quantificar o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho submetido a diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica serão apresentados os principais assuntos trabalhados neste estudo científico.

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é considerada uma das commodities, que apresenta elevado potencial produtivo e é um dos cereais mais cultivados no mundo todo, sendo uma cultura de grande importância no cenário econômico mundial. Segundo Taiz e Zeiger (2013), o milho é considerado um vegetal muito eficiente na transformação da radiação solar em produção de biomassa, por apresentar um mecanismo C<sub>4</sub> de fixação de CO<sub>2</sub>.

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, atualmente o Brasil ocupa a terceira posição como maior produtor de milho, correspondendo com 85 milhões de toneladas na safra 2014/2015, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos, respectivamente (USDA, 2016).

Conforme Lerayer (2006), em pesquisas arqueológicas, a espiga mais antiga foi descoberta no México, com cerca de 7.000 a.C, sendo este descendente do ancestral conhecido como Teosinto, admitidos pelos Maias como o “alimento dos deuses”, foi domesticado cerca de 10.000 anos atrás pelas civilizações da América Central, classificado como uma das principais fontes de alimento neste período.

Dentre as culturas agrícolas cultivadas, o milho é um elemento vastamente pesquisado por ter um grande valor nutricional e energético dentro da alimentação animal e humana, bem como o seu uso na matéria-prima para fabricação de alimentos industrializados (MEIRA et al., 2009). Apesar do milho possuir uma magnitude e importância econômica em vários segmentos da indústria, a gramínea apresenta também importância técnica para outras culturas como a soja, por exemplo, pois é utilizada em rotação, proporcionando a minimização de eventuais ou futuros problemas com doenças fúngicas e nematóides, possibilitando maior sustentabilidade em vários sistemas de produção (LERAYER, 2006).

Durante a década de 1920 a cultura do milho teve um grande avanço, através da introdução do milho híbrido, diante deste cenário o melhoramento genético e a biotecnologia apresentaram grande importância para alavancar e contribuir com a produtividade da cultura (OLIBONI, 2009).

Alguns fatores como degradação de terras agricultáveis, adversidades climáticas e problemas fitossanitários podem prejudicar a produtividade final da cultura, nesse sentido, Peixoto (2014) observou que na cultura do milho o emprego de tecnologias, como materiais genéticos, ou seja, sementes de alta qualidade associadas à biotecnologia tendo foco no manejo e controle de pragas, melhorias na qualidade solo através de rotação de culturas, plantio direto e manejo de fertilidade, por intermédio da adubação e calagem, propiciam aumento significativo da produtividade na cultura do milho.

Portanto o conhecimento da fenologia desta cultura é muito importante, pois através dela torna-se possível estudar o desenvolvimento da mesma juntamente com as condições ambientais. Através de uma escala fenológica, Ritchie et al. (1993), sugeriram a separação do ciclo da cultura em estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R). Com isso, é possível fazer o uso de práticas agronômicas mais adequadas no período mais propício como a aplicação de nitrogênio de uma forma mais adequada.

Neste contexto, Paiva et al. (2012) afirmam que a baixa fertilidade do solo é fator decisivo, acarretando na baixa produtividade do milho em geral. Por sua vez, em regiões de clima tropical apresenta obstáculos como por exemplo, a baixa disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) no solo, deste modo necessitando doses suplementares destes nutrientes, principalmente de N (RAIJ, 1991).

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que a mesma extrai durante o seu ciclo. Assim, é necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes para a extração, os quais devem ser fornecidos pelo próprio solo e através de suplementação via adubação seja ela na base ou em cobertura (FARINELLI; LEMOS, 2012).

Por sua vez o N é um nutriente indispensável no metabolismo dos vegetais, pois desempenha papel fundamental na síntese de proteínas e clorofilas, sendo utilizados em todos os estádios fenológicos da cultura do milho, por isso é um nutriente de suma importância para o desenvolvimento das plantas (ANDRADE et al., 2003).

Desta forma, plantas de milho com deficiência de N manifestam amarelecimento nas folhas mais velhas, morte prematura de folhas ou plantas, espigas de tamanho reduzido com extremidades achatadas e grãos com baixa densidade, colmos mais finos e um elevado aumento no percentual de tombamento e acamamento de plantas (FANCELLI, 2000; FERREIRA, 2012).

Conforme relato da Fao (2009), existe uma crescente necessidade global por este grão, devido à estimativa populacional com aumento de 33% da população mundial no período de 2009-2050. Portanto à necessidade de expansão em termos de áreas e/ou aumento de produtividade da cultura do milho, para conseguir manter e ao mesmo tempo oferecer este alimento com boa qualidade para população mundial (CONAB, 2015).

Neste sentido, deve-se investir no aprimoramento nos modos de produção, visando aumento da produtividade proporcionando maior renda, através do potencial produtivo que a cultura tende a oferecer (CRUZ et al., 2010).

### 3.2 FENOLOGIA

A fenologia é definida como o ramo da ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com o ambiente. A caracterização dos estádios fenológicos permite identificar todo o crescimento e desenvolvimento das plantas, com isso é possível avaliar e descrever, de forma mais precisa o impacto de eventuais adversidades climáticas (BERGAMASCHI, 2007).

Fancelli (1986) fez adaptações às outras escalas propostas anteriormente, facilitando a tomada de decisão de cada época de manejo durante o ciclo do milho. A adaptação da escala de Hanway (1963), proposta por Fancelli (1986), pode ser verificada na Tabela 1.

**Tabela 1** - Escala fenológica do milho (HANWAY, 1963).

<b>Estádios</b>	<b>Estádios vegetativos (V)</b>
V0	Germinação e emergência
V2	Duas folhas expandidas
V4	Quatro folhas expandidas: início da definição do potencial produtivo
V6	Seis folhas expandidas: início da definição do número de fileiras por espiga
V8	Oito folhas expandidas: início da definição da altura de planta e espessura de colmo
V12	Doze folhas expandidas: início da definição do número e tamanho da espiga
V14	Quatorze folhas expandidas
<b>Estádios reprodutivos (R)</b>	
VT	Emissão do pendão e abertura das flores masculinas
R1	Florescimento pleno: início da confirmação da produtividade
R2	Grãos leitosos
R3	Grãos pastosos
R4	Grãos farináceos
R5	Grãos farináceos duros
R6	Maturidade fisiológica: acúmulo máximo de massa seca e máximo vigor de semente.

Fonte: Adaptado por Fancelli (1986).

### 3.3 NITROGÊNIO (N)

De modo geral, o nutriente mineral que os vegetais mais requerem para seu desenvolvimento é o N, considerando que a principal fonte desse nutriente é a atmosfera, sendo que a forma encontrada nela é o  $N_2$  que está presente no ar, mas nesta forma o N não é aproveitável pelos vegetais, que assimilam somente nas formas de amônio ( $NH_4^+$ ) e o nitrato ( $NO_3^-$ ) e os principais processos responsáveis pela fixação do  $N_2$  atmosférico, são a fixação biológica, industrial e atmosférica (FAQUIN, 2005).

Conforme descreve Faquin (2005), o pH do meio afeta a absorção do nitrogênio, onde em condições de acidez a absorção do  $NH_4^+$  é inibida enquanto a absorção de  $NO_3^-$  é favorecida, por outro lado, em pH neutro/alcalino se verifica o contrário, onde possivelmente a competição do  $H^+$  e  $OH^-$  no processo de absorção do amônio ( $NH_4^+$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ), respectivamente.

O nitrogênio desempenha papel fundamental no desenvolvimento do milho, como constituinte essencial dos aminoácidos, que compõem as proteínas, visto que como a formação dos grãos é dependente do teor de proteínas na planta, a produção de milho está diretamente relacionada ao fornecimento de nitrogênio a cultura, composição de ácidos nucleicos e coenzimas (YAMADA, 1997; DO MAR et al., 2003).

Dentre os nutrientes que são colocados à disposição para um bom desenvolvimento da cultura do milho, o nitrogênio é o mais exigido pela mesma, conseqüentemente o mais absorvido, sendo assim o principal limitante da produtividade do milho. Porém, pode ser perdido com facilidade por meio de lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo, considerando que sua eficiência de uso pelas plantas nem sempre ultrapassa 60% (BROCH; RANNO, 2012).

O milho remove elevadas quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de fertilizantes nitrogenados em cobertura para complementar a quantidade de nitrogênio fornecida pelo solo, quando se busca produtividade elevada (COELHO; FRANÇA, 1995).

Conforme descrito no CQFS (2004), as recomendações de nitrogênio para milho consideram o teor de matéria orgânica, expectativa de rendimento e cultura antecedente. Em cultivo convencional, se recomenda aplicar entre 10 e 30  $kg\ ha^{-1}$  na semeadura e o restante em cobertura. No sistema plantio direto, a recomendação é de 20 a 30  $kg\ ha^{-1}$  na semeadura, quando em sucessão a outra gramínea e entre 10 e 15  $kg\ ha^{-1}$  em sucessão a uma leguminosa.

De acordo com Malavolta (2006), os sintomas visíveis de deficiência podem ser constatados através de folhas amareladas (clorose), inicialmente as mais velhas; dormência de gemas laterais e redução no perfilhamento, além disso, plantas deficientes em nitrogênio apresentam baixo teor de clorofila, redução na síntese de proteínas e crescimento reduzido.

Em milho, os sintomas podem ser constatados observando-se amarelecimento da ponta para a base da folha em forma de “V”, secamento da ponta das folhas mais velhas e progredindo ao longo da nervura principal, necrose e dilaceramento e colmos finos (FAQUIN, 2002).

A aplicação de doses elevadas de nitrogênio eleva o ciclo vegetativo das plantas, o que resulta em menor armazenamento de carboidratos, deixando os tecidos mais tenros, aumentando as possibilidades de acamamento, e em determinados casos, pode atrasar a floração, ocorrendo maior consumo de energia nos processos de absorção e assimilação de nitrato, outro sintoma que pode ser observado é a presença de “cabelos” verdes durante estádios mais avançados de enchimento de grãos (MALAVOLTA, 2006; SILVA, 2013).

#### 4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido a campo, na safra 2017/17 localizado na latitude de 27°05'48''S/ e longitude de 52° 37' 07'' W, com uma altitude média de 659 m. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas de 15 m<sup>2</sup> (3 x 5 m) e 4 repetições.

Os tratamentos foram alocados em esquema fatorial 3x4, em que o primeiro fator foram as fontes de N. Ureia, sulfato de amônia e nitrato de amônio. O segundo fator foi composto pela aplicação de N em diferentes épocas que são: sem aplicação de N, base (20%) + v7 (80%), base (10%) + v4 (40%) + v8 (50%) e base (100%).

O sistema de cultivo adotado foi o de semeadura direta com adubação de base na linha utilizando 600 kg ha<sup>-1</sup> do adubo NPK 0-20-20, conforme a análise do solo e recomendações da cultura. A semeadura do milho foi realizada em linhas, com espaçamento de 50 cm. A cultivar de milho utilizada foi um híbrido DKB 177 Pro3, de elevado potencial produtivo e densidade de semeadura de 3,5 sementes por metro na linha.

Para efeito dos tratamentos foi realizado a aplicação das diferentes fontes de N, nos estádios fenológicos citados anteriormente, sendo que a quantidade de cada produto foi calculada, a partir da análise do solo, e estimativa de produção de 12 t ha<sup>-1</sup> em (Anexo 1), com 124 kg ha<sup>-1</sup>. A quantidade de cada fonte de N foi de: ureia (45%) 277 kg ha<sup>-1</sup>, sulfato de amônia (21%) 592 kg ha<sup>-1</sup>, e nitrato de amônio (27%) 461 kg ha<sup>-1</sup>.

Durante o desenvolvimento da cultura foi realizado o controle das plantas daninhas com capinas quando necessário.

No florescimento foi realizada a quantificação da estatura e diâmetro de colmos das plantas, utilizando amostragem de 8 plantas aleatórias da área útil de cada parcela, sendo utilizada trena graduada e parquímetro digital.

Para a quantificação de massa verde e seca foi realizada a coleta da parte aérea 10 plantas contidas na primeira linha da área útil, posteriormente, as plantas foram alocadas em sacos de rafia e levadas ao laboratório para quantificar a massa fresca em balança semi-analítica.

Na sequência as folhas das plantas foram alocadas em sacos de papel Kraft e levados a estufa de circulação forçada com temperatura média de 60 °C, onde ficaram até atingir massa constante, em seguida determinou-se a massa seca da parte aérea do milho.

Na colheita foi realizada a quantificação da altura da inserção das espigas, com trena

graduada, em 10 plantas aleatórias na parcela. Dessas plantas foi realizada a contagem do número de espigas colhidas por planta, fileiras por espigas, grãos por fileiras e quantificado o comprimento da espiga.

Na época de colheita realizou-se a coleta de todas as espigas contidas na área útil, desconsiderando uma linha nas laterais e 50 cm no início e final das parcelas. Posteriormente foram trilhadas e quantificadas a massa de grãos em balança semi-analítica. Após, foi quantificada a umidades dos grãos e padronizada para 13% de umidade, estimando-se a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

As variáveis número de fileiras por espigas e grãos por fileira foi quantificada a partir de 10 espigas, coletadas aleatoriamente na área útil de cada parcela, sendo quantificadas o número de fileiras, após realizava-se a debulha da espiga e quantificava-se o número de grãos.

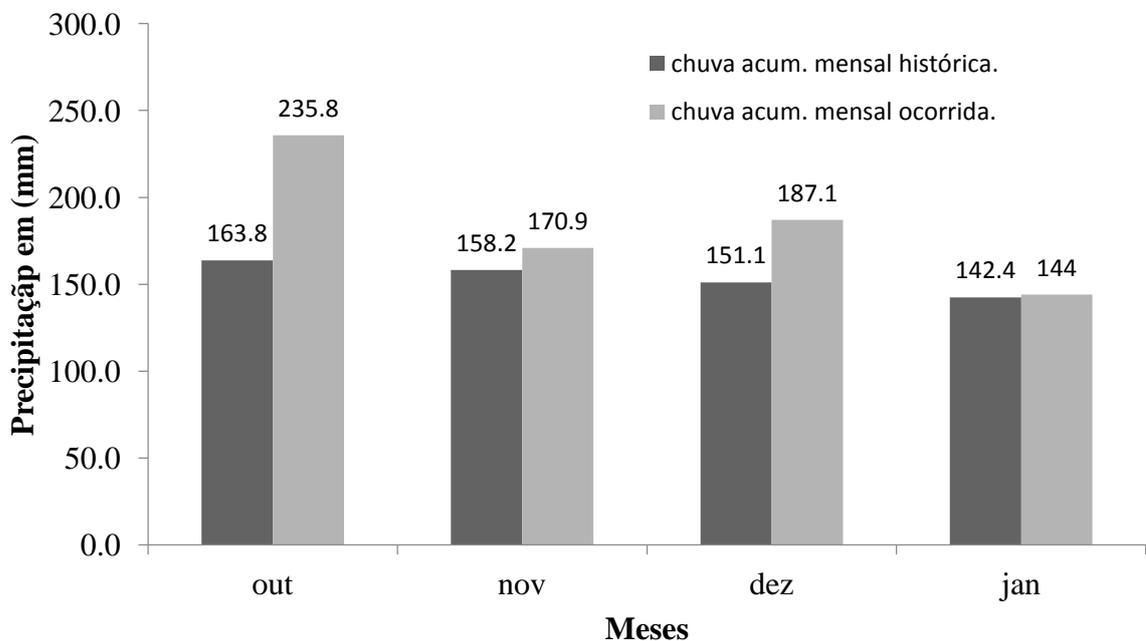
Com as amostras de grãos foi realizada a quantificação da massa de mil grãos. Para isso foram coletadas oito amostras de 100 grãos, que foram pesados em balança semi-analítica e em seguida calculada a massa de mil grãos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação pluviométrica foram monitorados durante o período que compreendeu o experimento (Figura 1). O monitoramento de precipitação auxilia na compreensão de determinados resultados do ensaio, uma vez que os fatores climáticos podem interferir diretamente no potencial produtivo da cultura do milho.

Através das condições climáticas do período de realização do experimento, pode-se observar que após a semeadura, que ocorreu em outubro, houve uma precipitação de aproximadamente 235,8 mm no mês, seguido de 170,9 mm em novembro, dezembro com 187,1 e para o mês de janeiro verificou-se a ocorrência de 144,0 mm. Com relação a esses dados podemos verificar que o volume de chuva ocorrido durante a condução da cultura foram superiores aos dados históricos climatológicos mensurados mensalmente, de modo geral, os volumes foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura do milho (Figura 1).

**Figura 1** - Dados de precipitação pluviométrica acumulada mensal histórica (mm) e acumulada ocorrida (mm), para o ano de 2016-2017 no município de Chapecó/SC.



Fonte: INMET (2016/2017)

Conforme Matzanauer & Bergamaschi (2009), no período ou fase de estabelecimento da cultura, enquanto o ponto de crescimento se encontra abaixo da superfície do solo, as plantas de milho são sensíveis à inundação e podem morrer em função da ausência de

oxigênio, no entanto, para que isso ocorra, é necessário que o solo permaneça encharcado por um período prolongado. Entretanto, apesar do elevado índice pluviométrico na fase inicial de desenvolvimento da cultura não foi observado encharcamento do solo por período prolongado. Desse modo, o índice pluviométrico acima da média causou benefícios a cultura.

Por outro lado, o déficit hídrico pode afetar os componentes de produtividade de maneira drástica, reduzindo a área foliar, fotossíntese e interferindo em vários processos fundamentais ao desenvolvimento da cultura (MATZANAUER; BERGAMASCHI, 2009).

Na avaliação de desenvolvimento da cultura, observou-se que a massa seca foliar apresentou interação entre os fatores fontes e épocas de aplicação de N (Tabela 2). Considerando que não apresentou diferença entre as fontes de N. No entanto, com relação às épocas de aplicação, quando realizadas na base (20%) + V7 (80%) ou base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%) destacaram-se, especialmente quanto utilizado sulfato de amônia e nitrato de amônio.

De acordo com Yamada e Abdalla (2000), o N é fundamental a partir da primeira semana após a emergência das plantas de milho, visto que o sistema radicular, em desenvolvimento, demonstra elevada quantidade de pelos absorventes e ramificações, e ao adicionar N, esse por sua vez, acaba estimulando a proliferação do sistema radicular e, conseqüente, desenvolvimento da parte aérea da planta. Nesse sentido, as aplicações de N podem ter contribuído para obtenção de maior área foliar das plantas de milho.

**Tabela 2** - Valores médios de massa seca foliar de milho (g), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

Época de aplicação	Fonte de nitrogênio		
	Ureia	Sulfato de amônia	Nitrato de amônio
Testemunha (0%)	1966,72 aA*	1913,38 bA	1623,09 bA
Base (20%) + V7 (80%)	2305,31 aA	2856,10 aA	2585,82 aA
Base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%)	2594,81 aA	2819,77 aA	3201,03 aA
Base (100%)	2768,36 aA	2016,21 bA	2441,00 aA
CV (%)		17,57	

\* Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O diâmetro de colmo foi influenciado por ambos os fatores estudados (Tabela 3). Em que as fontes de N apresentaram diferenças somente quando aplicadas na base, em que o

sulfato de amônia apresentou os menores valores. Com relação às épocas de aplicação, observou-se diferença quando aplicado sulfato de amônia e nitrato de amônio. O valor de diâmetro de colmo foi superior quando aplicada sulfato de amônia em duas épocas (base (20%) + V7 (80%)), que diferiu de quando aplicado somente na base. Nos tratamentos com nitrato de amônio todas as épocas de aplicação apresentaram valores similares, que diferiram da testemunha, que apresentou valor menor (Tabela 3).

Valores maiores de diâmetro do colmo é uma característica morfológica importante, pois mais tem sido relacionada com o percentual de acamamento ou quebramento de planta na cultura do milho. Também o diâmetro de colmo e quantidade de folhas é importante para a obtenção de uma elevada produtividade, entretanto quanto maior o seu diâmetro, maior será a capacidade da cultura ou planta em armazenar fotoassimilados que vão contribuir no enchimento de grãos. Foram evidenciadas um aumento do diâmetro de colmo em resposta a épocas e doses de N no milho por (LANA et al., 2009).

**Tabela 3** - Valores médios de diâmetro de colmos de milho (cm), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

Época de aplicação	Fonte de nitrogênio		
	Ureia	Sulfato de amônia	Nitrato de amônio
Testemunha (0%)	1,99 aA*	2,06 abA	1,92 bA
Base (20%) + V7 (80%)	2,21 aA	2,35 aA	2,36 aA
Base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%)	2,26 aA	2,22 abA	2,45 aA
Base (100%)	2,32 aA	1,93 bB	2,26 aA
CV (%)		7,92	

\* Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ao mensurar a altura das plantas (AP) de milho observou-se as fontes de N não interferiram nessa variável (Tabela 4). No entanto, nas épocas de aplicação todas os tratamentos com aplicação de N apresentaram valores superiores aos da testemunha sem aplicação (Tabela 5).

As variáveis relacionadas ao desenvolvimento das espigas, número de fileira por espigas (NFPE), número de grãos por fileira (NGPF), comprimento de espiga (CE) não foram influenciados pelas fontes de N (Tabela 4). No entanto, na avaliação de épocas de aplicação, essas variáveis apresentaram valores inferiores quando não receberam o tratamento com N

(testemunha) (Tabela 5). O que demonstra que todas as fontes de N independentemente do momento da aplicação contribuem da mesma forma para essas variáveis, conspirando que o N foi fundamental para o desenvolvimento das espigas. As variáveis relacionadas às espigas são muito importantes, pois estão diretamente relacionadas à produtividade da cultura.

Portugal (2012), utilizando fontes de nitrogênio aplicados em cobertura na cultura do milho, também não obteve diferenças significativas, quanto a número de fileiras por espiga, e números de grãos por fileira. Também Cordeiro (2017), avaliando desempenho agrônomico do milho em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas, não constatou diferenças quanto ao comprimento de espigas.

**Tabela 4** – Valores médios de altura de planta (AP), número de fileira por espigas (NFPE), número de grãos por fileira (NGPF), comprimento de espiga (CE) e altura de inserção de espiga (AIE) de milho, em função de diferentes fontes de nitrogênio.

Fonte de nitrogênio	AP (m)	NFPE	NGPF	CE (cm)	AIE (m)
Ureia	2,72 a*	15,23 a	25,59 a	14,34 a	1,50 a
Sulfato de amônia	2,68 a	15,39 a	25,57 a	13,71 a	1,51 a
Nitrato de amônio	2,71 a	15,31 a	25,29 a	14,00 a	1,51 a
CV (%)	4,01	2,89	6,04	7,70	3,78

\* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A variável altura de inserção de espiga (AIE) de milho apresentou comportamento similar as variáveis relacionadas às espigas, em que o fator fontes de N não promoveu interferência, e somente a testemunha sem aplicação de N apresentou valores inferiores no fator época de aplicação (Tabela 4 e 5).

A massa de mil grãos (MMG) foi influenciada de forma dependente por ambos os fatores estudados (interação). Nas diferentes fontes de N observou-se diferença somente quando realizada aplicação de todo o N na base, em que no tratamento com sulfato de amônia obteve-se o menor valor (Tabela 6). Considerando as épocas de aplicação, nos tratamentos com ureia e nitrato de amônio todas as épocas de aplicação apresentaram valores similares e superiores a testemunha. No entanto, para o sulfato de amônia, a MMG, apresentou valores superiores quando o N foi parcelado com aplicação na base (20%) + V7 (80%), e os valores inferiores quando aplicados somente na base e sem a aplicação (testemunha) (Tabela 6).

**Tabela 5** – Valores médios de altura de planta (AP), número de fileira por espigas (NFPE), número de grãos por fileira (NGPF), comprimento de espiga (CE) e altura de inserção de espiga (AIE) de milho, em função da épocas de aplicação de nitrogênio.

Época de aplicação	AP (cm)	NFPE	NGPF	CE (cm)	AIE(m)
Testemunha (0%)	2,50 b*	14,69 b	19,62 b	12,18 b	1,30 b
Base (20%) + V7 (80%)	2,74 a	15,57 a	27,65 a	14,97 a	1,57 a
Base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%)	2,78 a	15,53 a	27,91 a	14,72 a	1,57 a
Base (100%)	2,81 a	15,45 a	26,76 a	14,19 a	1,59 a
CV (%)	4,01	2,89	6,04	7,70	3,78

\* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Em estudo semelhante, Meira (2006), observou que as fontes de N também não interferiram na MMG. Esse estudo foi conduzido utilizando nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia, aplicadas na semeadura e em cobertura no estágio de oito folhas completamente desenvolvidas. De acordo com autor a ausência de resposta ou diferença das fontes deve-se, provavelmente, ao fato de logo após a adubação, ter sido feito a irrigação das parcelas, assim reduzindo de maneira drástica perdas por volatilização. Neste estudo as aplicação e N sempre foram realizadas com solo úmido, o que pode ter contribuído para a menor volatilização do nutriente.

**Tabela 6** – Valores médios de massa de mil grãos (g) de milho, em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

Época de aplicação	Fonte de nitrogênio		
	Ureia	Sulfato de amônia	Nitrato de amônio
Testemunha (0%)	338,40 bA*	344,46 cA	331,56 bA
Base (20%) + V7 (80%)	423,88 aA	422,25 aA	413,85 aA
Base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%)	408,89 aA	404,10 abA	422,57 aA
Base (100%)	409,86 aA	374,48 bcB	425,33 aA
CV (%)		4,88	

\* Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A produtividade de milho foi influenciada de forma dependente por ambos os fatores estudados. Com relação ao fator fontes de N, observou-se diferença estatística quando aplicados somente na base e na base (20%) + V7 (80%). Quando aplicado na base observou-

se valores superiores para nitrato de amônio e inferior para o sulfato de amônia, e quando aplicado na base + V7 observou-se valor superior para nitrato de amônio e inferior para ureia, considerando que o nitrato de amônia não diferiu de ambos (Tabela 7).

Considerando o fator época de aplicação, os tratamentos com ureia e sulfato de amônia apresentaram comportamento similar, com valores similares para todas as épocas, exceto para testemunha, que apresentou valor superior de produtividade. No tratamento com nitrato de amônio a maior produtividade foi obtida quando aplicado somente na base (11837,78 kg ha<sup>-1</sup>), nas aplicações na base (20%) + V7 (80%) e base (10%) + V4 (40%) + V8 apresentavam valores similares e a testemunha, sem aplicação, apresentou valor inferior (4611,66 kg ha<sup>-1</sup>).

O aumento de produtividade quando aplicado nitrato de amônio na base foi 257% superior a testemunha sem aplicação, o que demonstra a grande importância desse nutriente para a obtenção de elevada produtividade da cultura do milho.

**Tabela 7** – Valores médios de produtividade de grãos de milho (kg ha<sup>-1</sup>), em função das diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação.

Época de aplicação	Fonte de nitrogênio		
	Ureia	Sulfato de amônia	Nitrato de amônio
Testemunha (0%)	4819,44 bA*	4765,00 bA	4611,66 cA
Base (20%) + V7 (80%)	7842,92 aB	8313,89 aAB	9361,67 bA
Base (10%) + V4 (40%) + V8 (50%)	8877,92 aA	8934,17 aA	9650,00 bA
Base (100%)	8872,92 aB	7451,25 aC	11837,78 aA
CV (%)		10,11	

\* Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O destaque em produtividade da fonte de N com nitrato de amônio aplicados somente na base sugere que houve pouca perda do nutriente por volatilização, lixiviação e percolação. Isso pode ser explicado pela formulação composta do adubo, uma das fontes de N apresenta disponibilidade rápida do nutriente às plantas, no entanto, outra fonte apresenta disponibilidade mais lenta no N, ou seja, libera gradativamente do nutriente, assim obtendo melhor absorção pela cultura, tendo boa eficiência em relação à produtividade com as demais fontes.

A ocorrência de chuva após todas as aplicações de N e bem distribuída durante o ciclo da cultura indica que as perdas por volatilização, foram pequenas também verificadas por

(ROCHA et al., 2014). Ao aplicar 50 kg ha<sup>-1</sup> de N superficial na cultura do milho, Ros et al. (2005) observaram perdas insignificantes quando ocorreu chuva após a aplicação. As aplicações de N, neste estudo, foram realizadas sempre com solo úmido, em período chuvoso, que podem ter contribuído para menor perda do nutriente.

Em trabalho semelhante, em que foi alternada a aplicação de N na semeadura (base) do milho e cobertura, com aplicação deste no manejo da aveia e semeadura, foi observado que não teve efeito do parcelamento do N tanto na semeadura e cobertura, quanto pelo seu uso no manejo da aveia e cobertura, para a dose total de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (PAULETTI; COSTA, 2000). No entanto, Basso & Ceretta (2000) encontraram rendimento inferior de grãos de milho quando o N foi aplicado em pré-semeadura associado à alta precipitação pluviométrica em solo franco arenoso.

O sulfato de amônia é uma opção como fonte de N, que não apresenta perdas por volatilização de N, na forma amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) quando o pH do solo é inferior a sete (Portugal, 2012). Porém ao ser adicionado ao solo o sulfato se dissocia em NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, em que, nesta forma pode ser absorvido pelas plantas, posteriormente acontece uma oxidação até nitrato ocorrendo liberação de H<sup>+</sup> no solo, caracterizando-se como fertilizante acidificante, tendo sua eficiência reduzida basicamente pela desnitrificação e lixiviação de nitratos (MEIRA, 2006).

No entanto, acredita-se que as maiores perdas obtidas no presente trabalho em relação ao sulfato de amônia 100% na base, tenha sido ocasionada pela lixiviação dos nutrientes, e até uma possível acidez do meio pela liberação de H<sup>+</sup> na solução do solo, em que as plantas em meio a um (pH) ácido deixam de absorver os nutrientes, uma vez que a ureia e o sulfato se dissolvem facilmente com alta umidade e podem acidificar o solo através de reações químicas, sendo assim nos períodos de aplicação em cobertura ocasionou-se chuvas que podem ter lixiviados os nutrientes ou acidificado o meio, refletindo em perdas e uma menor produtividade.

Em trabalho realizado pelo CAT (clube amigos da terra de Uberlândia) no município de Uberlândia, MG, Brasil, safra de 2008/2009, não se observou diferença significativa entre as fontes (ureia e nitrato de amônio) em relação a produtividade e massa de mil grãos na cultura do milho, semelhantes ao observado no presente trabalho (CAT, 2010).

Os resultados do presente trabalho indicam que a condição climática favorável nos momentos das aplicações proporcionou um uso eficiente das fontes nitrogenadas pela cultura

do milho com produção esperada quando feito o uso de nitrato de amônia e também pela diminuição de possíveis perdas por volatilização, lixiviação, acidificação, decorrentes da aplicação das fontes nitrogenadas, com exceção do sulfato de amônia quando aplicado 100% na base.

## 6. CONCLUSÕES

O nitrogênio, independentemente das fontes e épocas de aplicação contribuem muito para o crescimento e produtividade da cultura, evidenciando que esse nutriente é muito importante e deve ser suplementado.

As fontes de nitrogênio apresentam desempenho diferenciado na cultura do milho, em que o nitrato de amônio apresentou melhor desempenho quando comparado às outras fontes de nitrogênio utilizadas.

As fontes de nitrogênio e épocas de aplicação interferem na massa de mil grãos, que demonstrou ser um dos principais componentes da produtividade do milho.

A melhor época para aplicação do nitrogênio é dependente da fonte utilizada, em que a ureia e o sulfato de amônio podem ser aplicados somente na base ou fracionado com aplicação em base e cobertura. Já o nitrato de amônio apresentou melhor resultado quando aplicado somente na base.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1643-1651, 2003.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BARROS NETO, C. R. de. **Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* no rendimento de grãos de milho**. 2008, 29p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/06550.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/06550.pdf)>. Acessado em: 15 ago. 2018.

BERGAMASCHI, H. **O clima como fator determinante da fenologia das plantas**. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. Disponível em: <[file:///C:/Users/Enzo/Downloads/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20e%20os%20ecossistemas%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Enzo/Downloads/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20e%20os%20ecossistemas%20(2).pdf)>. Acessado em: 26 out. 2018.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O\\_Milho\\_e\\_o\\_Clima.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf)>. Acessado em: 26 out. 2018.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. **Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura do Milho, in: Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Fundação MS, Maracaju-MS, 2012b. p. 2-12. Disponível em: <[http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/26/26/5385dc19933c9005ab46b84a32174b176db9decceff6a\\_12-fertilidade-do-solo-adubacao-e-nutricao-da-cultura-do-milho\\_713827059.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/26/26/5385dc19933c9005ab46b84a32174b176db9decceff6a_12-fertilidade-do-solo-adubacao-e-nutricao-da-cultura-do-milho_713827059.pdf)>. Acessado em: 26 set. 2018.

BOZZA, G. Estimativa de safra de milho nos EUA. FAEP, **Boletim Técnico 974**, Setembro, 2007. Disponível em :<[http://www.abms.org.br/cn\\_milho/trabalhos/0067.pdf](http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0067.pdf)>. Acessado em: 15 ago. 2018.

CAT. **Manejo de adubação nitrogenada, visando redução de perdas para cultura do milho**. <[http://catuberlandia.com.br/arq\\_projetos/milho7.pdf](http://catuberlandia.com.br/arq_projetos/milho7.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2018.

COELHO, A. M. et al. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, p.61-67, 1992.

Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50793/1/Doses-metodos.pdf>>. Acessado em: 20 set. 2018.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Arquivo do Agrônomo Nº 2 - 2 ed. Piracicaba-SP. Set/95. 25 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Quinto Levantamento – safra 2015/2016**. v.3, n. 5, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_02\\_04\\_11\\_21\\_34\\_boletim\\_graos\\_fevereiro\\_2016\\_ok.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_04_11_21_34_boletim_graos_fevereiro_2016_ok.pdf)>. Acessado em: 05 set. 2018.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira grãos, safra 2017/2018**. Segundo levantamento n.2, v.6 nov 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/Enzo/Downloads/BoletimZGraosZnovembroZ2018.pdf>>. Acessado em: 27 nov. 2018.

CQFS. **Manual de adubação e de calagem os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. – 10. Ed. – Porto Alegre, 2004. 400p.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O. **Cultivo do milho – Cultivares**. Embrapa Milho e Sorgo, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/cultivares.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/cultivares.htm)>. Acessado em: 10 Set. 2018.

DO MAR, G. D. et al. **Adubação do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio**. Bragantia. Campinas, v. 62, n.2, p. 267-274, 2003.

FAQUIN, V. **NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 175 p. Disponível em: <[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Prof\\_Faquin/Nutricao\\_mineral\\_de\\_plantas.pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_de_plantas.pdf)>. Acessado em: 27 set. 2018.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. Disponível em: <[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Prof\\_Faquin/Diagnose%20do%20Estado%20Nutricional%20das%20Plantas.pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Diagnose%20do%20Estado%20Nutricional%20das%20Plantas.pdf)>. Acessado em: 27 set. 2018.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento**. In: SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, Piracicaba, Anais. IPNI, p. 9, 2000.

FANCELLI, A.L. **Plantas alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Piracicaba; CALQ, 1986. 131p.

FANCELLI, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta a eficiência de insumos e produtividade. In: FANCELLI, A. L. **Visão Agrícola**. v. 13, ano 9, jul-dez, 2015. p.24-30.

FAO. Food Agriculture Organization of the United. **How to feed the world 2050: Global agriculture toward 2050**. High-level expert forum. 2009. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/HLEF2050\\_Global\\_Agriculture.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf)>. Acessado em: 05 set. 2018.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. **Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados**. *Pesq. Agropec. Trop.* Goiânia, v. 42, n.1, p. 63-70, jan/mar. 2012. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/22907/15579>>. Acessado em: 22 ago. 2018.

FERREIRA, M. M.; Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. *Revista Agroambiente On-line*, v. 6, n. 1, p.74-83, 2012.

FORNASIERI FILHO, et al. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. Disponível em: < [http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/06619.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/06619.pdf)>. Acessado em: 21 ago. 2018.

LANA, M. C. et al. **Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho**. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.31, n. 3, p. 433-438, 2009.

LERAYER, A. **Guia do Tecnologia do campo à mesa milho –**. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Julho, 2006. Disponível em: <[http://www.cib.org.br/pdf/guia\\_do\\_milho\\_CIB.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf)>. Acessado em: 10 out. 2018.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARTINS, I. S. **Doses, épocas e modos de aplicação da uréia comum e revestida na cultura do milho**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Jaboticabal, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88257/000725699.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 25 set. 2018.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2006. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MEIRA F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. 52 f. tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2006.

MEIRA, F. A. et al. **Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina - PR, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; PAULA JÚNIOR, T. J. *Milho (Zea mays L.)*. In: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M. **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800p.

OLIVEIRA, D. R. Adubação nitrogenada na cultura do milho. POSSE 2015. Disponível em: <<http://187.6.250.232:8081/jspui/bitstream/123456789/73/1/ADUBA%C3%87%C3%83O%20NITROGENADA.pdf>>. Acessado em: 17 ago. 2018.

OLIBONI, R. **Capacidade combinatória e divergência genética entre híbridos comerciais de milho recomendados para a região centro-sul do paraná.** 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia,  rea de Concentra o em Produ o Vegetal, Universidade Estadual do Centro oeste, Guarapuava-pr, 2009.

PORTUGAL, A. V. **Fontes de nitrogênio no cultivo de milho em sistema de plantio direto: Avalia o econ mica e produtividade.** 2012. 67 f. Disserta o (Mestrado) –  rea Sistemas de Produ o na Agropecuária, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas-MG, 2012.

PAULETTI, V.; COSTA, L. C.  pocas de aplica o de nitrogênio no milho cultivado em sucessão   aveia preta no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 599-603, 2000.

PAIVA, M. R. F. C. et al. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produ o econ mica de milho-verde na Chapada do Apodi-RN. **Revista Caatinga**, v.25, n. 4, p.1-10, 2012.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua Importância e Evolu o.** Santa Cruz do Sul, 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/Media-Center/Pages/DetailhedeArtigo.aspx?p=165&t=O+milho+no+Brasil%2c+sua+import%u00e2ncia+e+evolu%u00e7%u00e3o>>. Acessado em: 12 out. 2018.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e aduba o.** Piracicaba: Potafos, 343p. 1991. RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops.** Yowa State University, University Extension. 1993. (Special report, n.48).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Potafos.** Encarte do Informa es Agron micas n 103, setembro, 2003.

ROCHA, K. F. et al.  pocas de aplica o de nitrogênio na cultura do milho num Latossolo vermelho muito argiloso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.3, p. 273-284, 2014.

ROS, C. O. da; AITA, C.; GIACOMINI, S. A. Volatiliza o de amônia com aplica o de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 799-805, 2005.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE - USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates - Fevereiro 2016.** Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/wasde/wasde-02-09-2016.pdf>>. Acessado em: 15 ago. 2018.

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de *Azospirillum*, Isolado e associado a bioestimulante, em milho no noroeste do RS.** Ijuí-RS, 2010. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/643/TCC%20ALMIR%20COMPLETOx.pdf?sequence=1>>. Acessado em: 25 ago. 2018.

YAMADA, T. Manejo de nitrogênio na cultura do milho. In: **Tecnologia na produção de milho.** Piracicaba: ESALQ, 1997. p.121-130.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. E. **Informações agronômicas,** Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.

## ANEXOS

## Anexo 1- Análise de solo da área de implantação do experimento.



Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



## Laboratório de Análise de Solos

Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos  
e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas



## Relatório de Análise Química de Solo

Produtor...:

Localidade...: SC 282

Município...: GUATAMBÚ - SC

Remetente...:

Município...: GUATAMBÚ - SC

Matrícula...:

Data Entrada: 29/08/2016

Data Análise: 09/09/2016

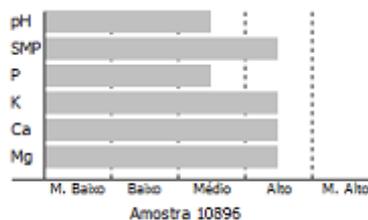
Data Emissão: 13/09/2016

Análise.....: Particular

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	% Argila m/v	pH-Água 1:1	Índice SMP	P mg/dm <sup>2</sup>	K mg/dm <sup>2</sup>	% M.O. m/v	Al cmolo/dm <sup>2</sup>	Ca cmolo/dm <sup>2</sup>	Mg cmolo/dm <sup>2</sup>
10896	01	—	60	5,7	6,5	8,8	99,4	3,4	0,0	5,5	2,5

Nº Lab.	Ref.	H + Al cmolo/dm <sup>2</sup>	CTC pH7.0 cmolo/dm <sup>2</sup>	Al (valor m)	% Saturação na CTC a pH7.0				Relações		
					Bases	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
10896	01	2,40	10,65	0,00	77,50	2,39	51,64	23,47	2,20	21,63	9,83

## Interpretação dos Resultados das Análises



METODOLOGIA: Argila - densimetria; pH água e SMP - potenciometria; P - Mehlich-1/ colorimetria; K - Mehlich-1/fotometro de chama; MO - espectroscopia; Al, Ca e Mg - KCl/ espectrofotometria de absorção atômica; Os demais parâmetros são obtidos por cálculo.

EVANDRO SPAQNOLLO  
Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8  
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo  
20E31A6B-863B-4DE1-A812-8B3168A57A29  
Confira os dados do laudo em:  
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf  
Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791  
89.801-970 - Chapecó, SC  
Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581  
E-mail: [labsolosch@epagri.sc.gov.br](mailto:labsolosch@epagri.sc.gov.br)