



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA**

PATRIQUE JUNIOR GIARETTA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DE
SILAGEM E GRÃOS DE MILHO**

**CHAPECÓ
2015**

PATRIQUE JUNIOR GIARETTA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DE
SILAGEM E GRÃOS DE MILHO**

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

CHAPECÓ

2015

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Giaretta, Patrique Junior

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DE SILAGEM E GRÃOS DE MILHO/ Patrique Junior Giaretta. -- 2015.

50 f.

Orientador: Siumar Pedro Tironi.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia , Chapecó, SC, 2015.

1. Resumo. 2. Introdução. 3. Referencial Teórico. 4. Metodologia. 5. Resultados.

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

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

PATRIQUE JUNIOR GIARETTA

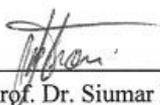
**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE DA
SILAGEM E PRODUTIVIDADE DE MILHO**

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

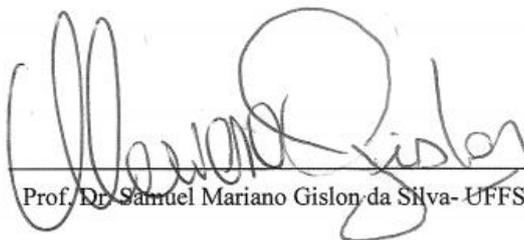
Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03/12/2014

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi- UFFS



Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva- UFFS



Prof. Dr. Jorge Luis Mattias- UFFS

Dedico esse trabalho aos meus pais, os quais nunca mediram esforços para criar e educar seus filhos. Sempre nos incentivaram a busca de novos objetivos através da sua fonte de amor, carinho e sabedoria!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por cada dia de vida com saúde, sem ele nada seria possível.

Aos meus familiares, pela educação, incentivo, apoio nos momentos difíceis e também pela ajuda no desenvolver do projeto.

Agradeço a minha namorada Debora Feil, que sempre se mostrou prestativa e empenhada para ajudar e para me apoiar no desenvolver do trabalho.

É memorável também o apoio do professor orientador Siumar Pedro Tironi, o qual sempre se colocou a disposição em todos os momentos de execução do projeto.

Aos demais professores e servidores da Universidade Federal da Fronteira *campus* de Chapecó-SC que contribuíram para minha formação dentro dessa caminhada.

Por último agradeço de coração a todos meus colegas, amigos e colaboradores, que sempre estiveram a disposição na elaboração deste estudo.

Sou muito grato a todos!

RESUMO

A silagem de milho (*Zea mays*) é uma das práticas mais utilizadas para armazenar alimento volumoso para alimentação do gado leiteiro durante o período de escassez de forragem. Ainda há dúvidas para maximizar os ganhos em qualidade e quantidade de silagem, em especial quanto à escolha dos cultivares, aos tratos culturais e no processo de ensilagem. Neste sentido, foi conduzido um experimento a campo, com o objetivo de verificar a interferência da adubação nitrogenada nas características produtivas da cultura do milho para silagem. O experimento foi conduzido com o híbrido de milho Maximus[®], que foi submetido a diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio (N) em cobertura. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as doses de N, de 0 kg (testemunha), 120 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio; também foram alocadas às épocas de aplicação, divididas em: uma aplicação (estádio V6), duas aplicações (estádio V4 e V8), e três aplicações (base, V5 e V10). No período da colheita da silagem foram quantificadas as variáveis: diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga, porcentagem de folhas verdes, produção de matéria natural e produção de matéria seca. No final do ciclo da cultura foi quantificada a produtividade de grãos da cultura, peso de mil grãos, tamanho da espiga e número de grãos por espiga. Observou-se que a aplicação de nitrogênio em cobertura influencia positivamente no desempenho da cultura em relação a qualidade da planta e da produtividade de massa. Diferentes épocas de aplicação surtem menor efeito nos parâmetros que determinam a qualidade final do material ensilado, sendo mais influenciado pela quantidade de N aplicada. A matéria seca, no melhor tratamento, apresentou uma produtividade 46,7% superior à testemunha. Os valores médios de produtividade de grãos foram de 8301,7 ha⁻¹. A produtividade foi mais influenciada pelas doses aplicadas, não apresentando variação sob épocas de aplicação. A divisão da dose de N em três épocas não promovem aumento das características produtivas do milho, em especial pelo atraso da última aplicação.

Termos de indexação: *Zea mays*, Maximus[®], Doses de N.

ABSTRACT

Corn silage (*Zea mays*) is one of the mostly used practices to store food for dairy-cattle feeding during the forage shortage period. There are still questions to maximize the gains in quality and quantity of corn silage, especially regarding the choice of cultivars, the crop treatment and silage process. In this sense, a field experiment was conducted in order to verify the influence of nitrogen fertilization on yield characteristics of corn silage. The experiment was conducted with the corn hybrid Maximus®, which was submitted to different doses and times of nitrogen application (N) in broadcast fertilization. The experimental design used was of randomized blocks with four replicates. In the plots, we allocated the N rates of 0 kg (control), 120 and 180 kg.ha⁻¹; we also allocated the application times, divided into: one application (V6 stage), two applications (V4 and V8 stage), and three applications (planting (banded fertilization), V5 and V10 stages). In the corn silage harvest, some variables were quantified, as: stem diameter, ear insertion height, percentage of green leaves, production of natural matter and dry matter production. At the end of the crop cycle we quantified the grain productivity of the crop, the weight of one thousand grains, the size of the ear and the number of grains per ear. It was observed that the broadcast application of nitrogen positively influenced the performance of the crop regarding the quality of the plant and mass productivity. Different times of N application result in a lower effect of the parameters that determine the final quality of the silage, being these parameters more influenced by the quantity of the N dose applied. The dry matter, in the best treatment, showed a 46.7% higher productivity when compared to the control. The mean values of grain yield were of 8301.7 ha⁻¹. The productivity of the crop was more influenced by the applied doses of N, with no significant variation according to the time of application. The split of the application of N doses in three different stages of the crop did not promote a raise in the productive characteristics of the crop, in special, by the delay in the last application.

Key-words: *Zea mays*, Maximus®, N. doses

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1. Produtividade de matéria natural ($t\ ha^{-1}$) e matéria seca ($t\ ha^{-1}$) de milho para silagem, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).....	33
Gráfico 2. Produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$) do milho safrinha submetido a diferentes doses e diferentes épocas de aplicações de N.....	38
Gráfico 3. Massa de mil grãos (gramas) da cultura do milho safrinha em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).....	39
Fotografia 1. Medição da altura de inserção da espiga (A) e aferimento do diâmetro do colmo (B) da cultura do milho.....	28
Fotografia 2. Material ensilado dentro de embalagens PET para passar pelo processo de fermentação.....	29
Fotografia 3. Medição da espiga e contagem de número de fileiras.....	30
Apêndice 4. Semeadora da cultura do milho para elaboração do projeto.....	46
Apêndice 5. Emergência da planta de milho sobre resteva de silagem.....	46
Apêndice 6. Desenvolvimento da cultura no estágio V3.....	47
Apêndice 7. Aplicação de N (ureia) em cobertura.....	47
Apêndice 8. Dano na raiz ocasionado pelo ataque de “Larva- Alfinete” (<i>Diabrotica speciosa</i>).....	48
Apêndice 9. Falha na granação da espiga devido ao estresse hídrico ocorrido na fase de polinização.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo, profundidade 0-15 cm da área de realização do ensaio.....	26
Tabela 2. Representação dos tratamentos com dose e época de aplicação.....	27
Tabela 3. Porcentagem de matéria seca no material ensilado, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).....	32
Tabela 4. Diâmetro do colmo (mm), folha verde (%) e altura de inserção da espiga (cm) de milho para silagem, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).....	35
Tabela 5. Tamanho da espiga (cm) número de grãos por espiga na cultura do milho safrinha, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA- Análise de Variância
cm- Centímetros
CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento
FDA- Fibra Detergente Ácido
FDN- Fibra Detergente Neutro
G.D- Graus Dias
Ha-Hectare
m -Metros
MN- Matéria Natural
MS- Matéria Seca
N- Nitrogênio
NH₄⁺ - Amônio
NO₃⁻ -Nitrato
pH- Potencial de Hidrogênio
SC- Santa Catarina
T- Toneladas
TG- Tolerante ao glifosato
TL- Tolerante insetos da ordem Lepdóptera
UFFS- Universidade Federal da Fronteira Sul

SUMÁRIO

RESUMO	5
1.0 INTRODUÇÃO	12
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 CULTURA DO MILHO	14
2.2 IMPORTÂNCIAS DO NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MILHO	16
2.3 FONTES DE FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO AS PLANTAS	18
2.4 SILAGEM.....	19
2.5 QUALIDADE DA SILAGEM	21
2.5 MILHO PARA SILAGEM.....	22
3.0 OBJETIVO	25
3.1 OBJETIVOS GERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4.0 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1 LOCAL.....	26
4.2 CLIMA	26
4.3 SOLO.....	26
4.4 TRATAMENTOS	26
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
4.6 TRATOS CULTURAIS	27
4.7 VARIÁVEIS RESPOSTAS.....	28
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
6.0 CONCLUSÕES.....	41
7.0 REFERÊNCIAS.....	42

1.0 INTRODUÇÃO

A produção de leite da região Oeste do Estado de Santa Catarina vem se intensificando com o passar do tempo. A falta de espaço físico nas propriedades aliado ao preço do produto que hoje está em um patamar mais elevado, faz com que pequenas propriedades destinem sua aptidão à produção do produto.

Um dos principais problemas enfrentados pelo produtor é a dificuldade de manter a estabilidade de produção de leite durante todo o ano. Essa instabilidade na produção é especialmente em função da menor oferta de alimentos em determinadas épocas do ano. Dentre os períodos de estacionalidade, que aliados aos períodos de maior e menor pluviosidade comprometem a quantidade e a qualidade da forragem ofertada ao rebanho.

Atualmente, a base da produção de leite com baixo custo segue o pressuposto de que a alimentação em forma de pastejo é mais eficiente em termos econômicos. Em contra partida, nesse sistema é difícil manter a produção estável em todos os períodos do ano, visto que em nossa região as estações do ano são bem definidas, o que faz com que as pastagens passem por período de menor desenvolvimento, diminuindo a quantidade e a qualidade da forragem ofertada ao rebanho (PEREIRA & COSER, 2001).

Durante o período seco do ano, as pastagens tornam-se deficientes, sendo necessário o uso de uma fonte adicional de volumoso. Nesse período, as pastagens perdem seu valor nutritivo, reduzem sua produção de massa verde e aumentam seus valores de fibra em detergente neutro (FDN), o que reduz o seu consumo em percentagem de peso vivo pelos animais (MELLO & PEDREIRA, 2004).

A necessidade de diminuir os impactos causados pelo vazio forrageiro foi um dos entraves encontrados pelo setor primário da cadeia produtiva do leite e práticas foram necessárias para que esse problema não se refletisse na produtividade final. Isso impulsionou os produtores a cada vez mais adotarem práticas de conservação de forragem.

A silagem de milho continua sendo uma das melhores opções de suplementação nesse período (OLIVEIRA et al., 2007). Segundo Miranda et al. (2002), vários são os fatores que justificam a aceitação do milho como a forrageira preferida para a produção de silagem. Dentre eles, se encontram a facilidade de cultivo, o grande número de cultivares disponível no mercado, bem como a fácil acessibilidade do material, o bom rendimento em matéria seca, a facilidade de fermentação, alto teor de energia, grande volume de matéria verde e pode ser um material de alta aceitação pelos animais.

Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, ainda há dúvidas para maximizar os ganhos em qualidade e quantidade da silagem, em especial quanto à escolha dos cultivares, aos tratos culturais, e no processo de ensilagem, onde a qualidade do produto final não é priorizada (NUSSIO et al., 2001). Para obter o sucesso final do produto, se faz necessário prestar muita atenção em todos os processos que envolvem práticas culturais dirigidas à cultura.

A sua qualidade pode estar comprometida se não for utilizado material vegetal adequado ou realizada a ensilagem de forma inadequada. A silagem de milho, se comparada a outras culturas, ela se sobressai em parâmetros como a digestibilidade, produção de matéria seca e alto valor nutritivo. Mas práticas de manejo simples podem ser determinantes no padrão final do material.

A qualidade final da silagem de milho está diretamente relacionada ao estado nutricional das plantas, e dos nutrientes exigidos pela cultura, sendo o nitrogênio (N) considerado o de maior importância. A produção de matéria seca depende da fonte e da forma de fornecimento deste elemento à planta (BASI et al., 2011).

Esse nutriente exerce importantes funções no metabolismo das plantas (ROBERTO et al., 2010) e sua influência pode determinar níveis mais elevados de qualidade no material ensilado. Sua importância está relacionada com a produção e síntese de aminoácidos que constituem as proteínas, moléculas de clorofila e fitohormônios. Deste modo o fornecimento de N está diretamente ligado com crescimento e rendimento produtivo da planta, portanto pode-se afirmar que esse nutriente é essencial para obtenção da produção desejada.

A sua aplicação pode ser feita de diferentes formas, as mais utilizadas são na incorporação, quando aplicação é realizada na base, juntamente com as sementes na linha de semeadura ou a lanço, sobre a superfície do solo, quando a cultura já está estabelecida no campo. Tradicionalmente, aplica-se de 35 a 50 kg ha⁻¹ de N na semeadura e o restante em cobertura, quando a planta de milho apresentar 4 folhas completamente desdobradas, sendo que o limite máximo para fazer a aplicação é quando a planta tiver 8 folhas completamente expostas (FANCELLI, 2010).

Como objetivo do trabalho pretende-se quantificar a contribuição da adubação nitrogenada com aplicações em diferentes quantidades e épocas na cultura do milho para produção de silagem e grãos.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é, atualmente, um dos principais cereais cultivados em todo o mundo. Cereal que apresenta maior produção mundial, responsável por ser a base para vários produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matérias primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos (KUNZ, 2005).

Segundo Barros & Calado (2014), a introdução de novas variedades melhor adaptadas às nossas condições edafoclimáticas, bem como práticas culturais mais adequadas (adubações, tratamentos fitossanitários, etc.) têm conduzido a um aumento significativo da produtividade média da cultura no nosso país, estando os indicadores de produtividade entre os melhores a nível mundial.

A semente do milho que é classificada botanicamente como cariopse, apresenta três partes sendo o pericarpo (camada fina e resistente), o endosperma (constituída por amido e carboidratos, envolvida pelo pericarpo) e o embrião (BARROS & CALADO, 2014).

As raízes representam um importante componente funcional e estrutural da planta. É caracterizada do tipo fasciculada com grande desenvolvimento. A cultura pode atingir produtividade de massa de até 40 t ha⁻¹. Os tipos de raízes presentes no milho são: primárias e secundárias, adventícias ou de suporte. Com relação às raízes de suporte, que são raízes adventícias que surgem acima da superfície do solo, pensava-se que essas raízes serviam apenas para sustentar a planta; porém, recentes pesquisas revelaram que elas podem absorver efetivamente fósforo e talvez outros nutrientes (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

O caule do milho é um colmo ereto, geralmente não ramificado e apresentando nós e entrenós, os quais são esponjosos e relativamente ricos em açúcar. Segundo os autores, a planta pode atingir uma altura de cerca de 2 metros, variando em função do próprio híbrido, das condições climáticas, do fornecimento adequado de água à planta, das características do solo e da fertilidade do mesmo, (disponibilidade de nutrientes), etc. O caule, além de ter a função de suportar as folhas e partes florais, é também um órgão de reserva, com armazenamento de sacarose (BARROS & CALADO, 2014). O milho é uma planta monóica, ou seja, possui os órgãos masculinos e femininos na mesma planta em inflorescências diferentes, estando os masculinos agrupados na panícula (bandeira), situada no

topo do colmo que contém unicamente os estames envolvidos nas glumas e os femininos em espigas axilares (BARROS & CALADO, 2014).

Os estádios fenológicos surgiram visando facilitar o detalhamento das etapas de desenvolvimento das plantas, por isso sistema de identificação da cultura divide o desenvolvimento da planta em vegetativo (V) e reprodutivo (R). Subdivisões dos estádios vegetativos são designados numericamente como V1, V2, V3 até V(n), em que (n) representa a última folha emitida antes do pendoamento (EMBRAPA, 2010).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A temperatura é um fator determinante no potencial produtivo da cultura, visto que a condição ótima para desenvolvimento varia conforme os estágios de desenvolvimento. No entanto, temperaturas ideais para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, estão compreendidas entre 24 e 30°C (EMBRAPA, 2010).

A planta de milho, pertencente ao grupo de plantas do tipo C₄ e possui ampla adaptação climática. Tem sua máxima produtividade expressa em condições de temperaturas elevadas e de alta irradiação solar, além de suprimento hídrico adequado durante seu ciclo produtivo (TURCO, 2011).

Outro grande fator limitante da produtividade na cultura é o estresse hídrico. O cereal é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm. A fase de maior sensibilidade à deficiência hídrica é no florescimento, nesse período dois dias de estresse hídrico podem reduzir a produtividade em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50% (EMBRAPA, 2010).

Para relacionar o crescimento e o desenvolvimento de um vegetal com a temperatura do ambiente, existe a soma térmica, que é o corresponde total acumulado de graus dias necessários para o vegetal completar um subperíodo ou todo o seu ciclo (BARBANO et al., 2003). Essa soma térmica indica a temperatura base, ou a temperatura mínima exigida pela planta para seu normal desenvolvimento. Perante isso, dentro da cultura podem ser encontrados diferentes ciclos de desenvolvimento as quais são classificadas em cultivares normais ou tardias, semiprecoces, precoces e superprecoces. As cultivares normais apresentam exigências térmicas correspondentes a 890-1200 graus-dias (GD), as precoces, de 831 a 890 e as superprecoces, de 780 a 830 GD (EMBRAPA, 2010).

A produção de milho na região sul do Brasil representa 18% do cereal cultivado na safra 2014/15, gerando uma produção de 14.056,9 mil toneladas. Em Santa Catarina na safra 2014/2015 foi cultivada uma área de 411 mil hectares com milho primeira safra, responsável por produzir 3.180.100 toneladas do grão (CONAB, 2015)

2.2 IMPORTÂNCIAS DO NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho apresenta elevada exigência em nitrogênio (N), nutriente que deve estar presente no solo para ser absorvido, pois o milho possui baixa associação com microrganismos fixadores de N, como observado em outras culturas. Dessa forma, para obter rendimentos elevados de milho é necessário aplicar fertilizante nitrogenado, pois os solos, em geral, não suprem a demanda da cultura em termos de nitrogênio (N) nos diversos estádios de desenvolvimento da planta (PÖTTKER & WIETHÖLTER, 2004).

Argenta et al. (2002) estimam que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a 28 kg ha⁻¹. O nitrogênio é considerado um dos maiores fatores de produção responsáveis pelo aumento da produtividade e da proteína dos grãos de milho (YAMADA & STIPP, 2000). Esse nutriente exerce importantes funções no metabolismo do vegetal, como a integridade dos aminoácidos fazendo parte da constituição das proteínas, enzimas, fitocromos, bases nitrogenadas moléculas de clorofilas e fitohormônios.

A sua absorção pela planta ocorre durante todo o ciclo vegetativo, sendo pequena nos primeiros 30 dias (ARGENTA et al., 2002). No entanto, a ocorrência de deficiência de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura reduz o número de óvulos nos primórdios da espiga afetando seu crescimento e desenvolvimento. Desta maneira, a adequada disponibilidade de N é importante durante todo o ciclo da cultura.

Roberto et al. (2010) afirmam que para facilitar o manejo e atender as necessidades da cultura, o ciclo do milho é dividido em estágios, que determinam períodos críticos. Cada cultura tem exigências nutricionais específicas. Segundo Yamada & Stipp (2000), o N é importante no estágio inicial de desenvolvimento da planta, quando ela está com quatro folhas totalmente desenvolvidas, pois esta é a fase em que o sistema radicular, em desenvolvimento, já mostra considerável porcentagem de pelos absorventes e ramificações diferenciadas, e a adição de N estimula sua proliferação, com consequente desenvolvimento da parte aérea. Neste estágio também se dá início o processo de diferenciação floral, o qual origina os primórdios da panícula e da espiga, definindo assim o potencial produtivo da planta.

De modo geral, pode-se dizer que o nitrogênio é determinante para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, já que pode influenciar nos processos fisiológicos essenciais para a manutenção da vida vegetal (BASI et al., 2011).

Para Basi et al. (2011), o nitrogênio afeta a qualidade dos grãos, pois exerce papel fundamental na formação e composição deste componente da planta, além de apresentar estreita relação com a produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho.

O aporte significativo de nitrogênio na fase inicial de desenvolvimento do milho (estádio fenológico de 5 a 6 folhas) proporciona um maior índice de área foliar e maior número de grãos por espiga, culminando na manifestação do potencial genético da planta (COELHO, 2004). As épocas, formas de aplicação e quantidade de nitrogênio variam dependendo das condições ambientais e das perspectivas de produtividade do milho, considerando que esse nutriente geralmente é aplicado juntamente com a semeadura, na base, e posteriormente em aplicações em cobertura.

Quanto as épocas de aplicação, estudos apontam que com a utilização de grande quantidade de utilização de N na semeadura, em torno de 30 a 40 kg ha⁻¹, permite-se que a adubação de cobertura possa ser efetuada até o estágio 7 a 8 folhas, sem prejuízos consideráveis ao desempenho das plantas, e até a 10^a folha, sob irrigação (COELHO, 2004).

Porém, segundo Coelho (2004), quando ocorre a ausência de N na semeadura, a cobertura deverá ser efetuada até o estágio correspondente a 4 a 5 folhas, caso contrário a perda de produção assume valor significativo. Por outro lado, se a dose total de N a ser aplicada for menor do que 60 kg ha⁻¹, pode-se, para solos argilosos e de textura média, proceder sua aplicação por ocasião da semeadura do milho.

Conforme Fancelli (2010), para aumentar a produtividade do milho, deve-se considerar a adubação da cultura, pois esta pode influenciar na qualidade dos grãos como da silagem. É recomendado aplicar de 35 a 50 kg ha⁻¹ de N na semeadura e o restante em cobertura, quando a planta de milho apresentar 4 folhas completamente desdobradas, sendo que o limite máximo para fazer a aplicação é quando a planta tiver 8 folhas completamente expostas.

A aplicação do nutriente na cultura do milho pode se dar por diferentes métodos, utilizados isoladamente ou de forma simultânea, destacando-se entre eles a aplicação localizada no sulco de semeadura, aplicação em cobertura (localizada ou a lanço na superfície do solo) e aplicação via água de irrigação. Coelho (2004) acredita que para nutrientes com alta mobilidade no solo, como o N, os métodos de aplicação teriam pouca ou nenhuma

influência na eficiência agrônômica dos fertilizantes nitrogenados. Entretanto, devido ao fato de que as fontes de nitrogênio apresentam fórmulas químicas diferentes, tem sido observado que o método de aplicação tem influência significativa na eficiência agrônômica entre as fontes.

O nitrogênio é caracterizado por possuir uma dinâmica extremamente complexa no cultivo em sistemas de plantio direto. A sua variabilidade nas formas químicas em função da umidade do solo, e composição do solo podem ser refletidas diretamente sobre a eficiência do aproveitamento do nutriente pelas plantas. A sua principal perda é ocasionada pela volatilização que ocorre na hidrólise enzimática da ureia no solo, com a produção de amônia (ROS, AITA & GIACOMINI, 2005). Segundo Lara et al. (1997) as perdas de N no sistema de plantio direto, onde o nutriente é aplicado sobre a palha, podem chegar a 78 % do N aplicado.

2.3 FONTES DE FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO AS PLANTAS

O nitrogênio pode ser fornecido às plantas através da matéria orgânica presente no solo, que através da mineralização há disponibilização do N; por fertilizantes, sejam eles orgânicos ou minerais; e pela fixação biológica pelo fato de que algumas bactérias têm a capacidade capturar o N atmosférico e torná-lo disponível as plantas.

A maior parte do nitrogênio está presente na atmosfera, mas somente alguns organismos são capazes de fixá-lo ao solo através de ações enzimáticas. Esse processo é denominado de fixação biológica do nitrogênio o qual é um processo clássico de microrganismos associados especialmente a plantas leguminosas. Portanto a semeadura do milho sob resteva destas culturas pode ser uma forma de reduzir o fornecimento do nutriente na forma química (MARTINS et al., 2003).

A inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* vem ganhando destaque em termos de fixação biológica de N. Essa prática apresenta algumas vantagens quando comparado a adubação mineral, principalmente pelo fato de não existirem perdas do N fixado, como ocorre com fertilizantes minerais, isso gera melhor aproveitamento deste nitrogênio pelas plantas (SOARES, 2009).

Segundo Lam et al. (1996), as plantas absorvem o nitrogênio na forma de íons de NO_3^- (nitrato) e NH_4^+ (amônio), sendo que ele é o único entre os nutrientes que pode ser absorvido pelas plantas em duas formas distintas (YAMADA & STIPP, 2000).

O N pode ser aplicado ao solo por diferentes métodos. Os mais usados são a aplicação a lanço na superfície do solo e a incorporação em linhas. Quando a fonte de N é ureia e não ocorrer chuva nos primeiros dias após a aplicação, a incorporação ao solo pode ser importante, pois pode ocorrer formação de amônia e sua volatilização para a atmosfera (PÖTTKER & WIETHÖLTER, 2004).

Coelho (2004) relata que embora existam diferentes tipos de manejo da adubação nitrogenada, a eficiência relativa deles para a cultura do milho tem sido extremamente variável. Assim, a escolha do método e da época de aplicação é baseada nas características do solo, na época de semeadura (verão, outono/inverno), no acúmulo de N nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, nas doses a serem aplicadas e no uso de irrigação. Isso enfatiza que não há receita única a ser seguida no manejo do nitrogênio no milho. O nitrogênio é um elemento muito dinâmico no solo, influenciado por fatores climáticos. Ele tem de ser manejado mais de acordo com as condições locais e com o potencial de produtividade da cultura na região

2.4 SILAGEM

A produção de forragem apresenta uma distribuição desuniforme ao longo dos meses, em que se destaca um período de máxima e outro de mínima produtividade, o que conhecemos como estacionalidade de produção. O comportamento destes períodos é influenciado por fatores climáticos que, dependendo da região em que o produtor se encontra, podem ser maiores ou menores (PEREIRA et al., 2008)

Essa concentração de alimentos de boa qualidade em determinadas épocas do ano seguida de um período de pouca oferta de forragem pode levar ao produtor uma instabilidade no sistema produtivo, desequilibrando a dieta dos rebanhos, ocasionando perda de peso dos animais, baixa na produção de leite, baixo índice de fertilização, que quando somados levam a um decréscimo na renda da propriedade.

Neste sentido, torna-se imprescindível a conservação de forragem de alta qualidade produzida na época de maior produtividade para serem utilizadas no período de estiagem ou mudanças de estação, sendo uma das maneiras de se conservar esta forragem é sob a forma de silagem.

Segundo Pereira et al. (2008), a silagem é o produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de ar com o objetivo de conseguir a maior concentração possível de ácido láctico.

A produção de silagem pode ser dividida em várias etapas, onde dentre elas se encontram procedimentos como o de colheita e trituração da forrageira, o transporte da forragem picada até o silo, a descarga e a distribuição da forragem no silo, a compactação da forragem e a vedação do silo. O sucesso do processo de ensilagem, ou seja, a maximização na retenção dos nutrientes disponíveis na forragem original depende da execução adequada dos procedimentos em cada etapa (NOVAES, LOPES & CARNEIRO, 2004).

O processo inicia-se com o corte da forrageira e prossegue até que a forragem picada seja depositada no silo, compactada, vedada e o oxigênio disponível seja eliminado. Esta fase é caracterizada, fundamentalmente, pelo processo de respiração das células vegetais, levando à produção de CO₂ e calor com perda de parte da energia contida na forragem original. Adicionalmente, também ocorrem reações mediadas por enzimas com a liberação de nitrogênio não proteico, que podem reduzir a qualidade da fração proteica no volumoso conservado. Portanto quanto mais rápido o produtor realizar estes processos, maior será a garantia da qualidade do material ensilado.

O teor de umidade do material a ser ensilado é um dos os fatores que devem ser considerados para a redução máxima das perdas, tem grande influência nas reações químicas que ocorrerão durante o armazenamento, interferindo no valor nutritivo da silagem (PEREIRA et al., 2008).

A ausência total do ar é outro fator imprescindível porque a respiração da planta consome os carboidratos disponíveis para a fermentação natural de ácido lático. O ar deixado dentro do silo, ou nele penetrando, prolongará a respiração aeróbia e, em consequência, o conteúdo de carboidratos solúveis será reduzido, aumentando as perdas de nutrientes e diminuindo a quantidade de ácido lático no produto final (RUXTON; MCDONALD, 1974).

A partir disso se dá início a fase anaeróbia que começa quando o oxigênio da massa ensilada é esgotado. Nesta fase ocorre a redução do pH devido ao acúmulo de ácidos orgânicos gerados pela ação de bactérias anaeróbicas sobre os carboidratos solúveis.

Com o esgotamento do oxigênio no silo, inicia-se o processo de fermentação de carboidratos solúveis, com maior proporção de ácido acético sendo produzida inicialmente. Embora seja mais fraco que o ácido lático, a produção do ácido acético é que dá início à queda do pH da massa ensilada. À medida que o pH reduz-se, as bactérias produtoras de ácido acético diminuem sua atividade, favorecendo o desenvolvimento das bactérias lácticas que apresentam apenas o ácido lático como produto da fermentação dos carboidratos solúveis (PEREIRA et al., 2008).

Segundo Pereira et al. (2008), no início da fermentação da silagem, em período que varia de 24 a 72 horas, haverá formação de ácido acético + etanol + ácido lático + CO₂ decorrentes da fermentação das hexoses (glicose e frutose) e pentoses (xilose e ribose). Com acúmulo de ácido, principalmente acético, o pH do ambiente começa a cair. Com a queda do pH ocorre uma mudança na população de bactérias, surgindo as bactérias homofermentativas, mais eficientes na produção de ácido lático, fazendo com que o pH diminua com mais rapidez.

Segundo o mesmo, a conservação de forragens na forma de silagem depende diretamente da rápida estabilização do pH, e conseqüentemente uma melhor conservação do material ensilado. Para que haja rápida estabilização do pH é necessário que o material tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes no material ensilado.

A ocorrência de outros ácidos como o propiônico, acético, butírico e lático é normal dentro do processo fermentativo, os quais são influenciados pelas práticas de manejo aplicadas durante a produção, como o controle de umidade e maturidade da cultura. Porém, o ácido lático deve sempre estar em uma maior proporção, mantendo o pH baixo, garantindo assim a estabilidade da silagem tanto na fase anaeróbica quanto na aeróbica após a abertura do silo.

Posteriormente ocorre a fase de estabilização do material, que é marcada pela redução da atividade microbiana e pela estabilização do pH da massa ensilada. Conforme Pereira (2008), nesta fase o pH deve estar em torno de 3,8 a 4,2 fazendo com que ocorra inibição da população de bactérias, interrupção dos processo de fermentação, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até que o silo seja aberto e a silagem volte a ter contato com o oxigênio.

Quando os valores do pH não forem suficientemente baixos ocorre o desenvolvimento de outras bactérias, que fazem a fermentação de açúcares e ácido lático, produzindo ácido butírico e aminas, causando perdas na matéria seca do material ensilado. Portanto para um bom controle dessas bactérias é garantir que o pH da silagem se mantenha abaixo de 4,5.

2.5 QUALIDADE DA SILAGEM

A tecnologia da “silagem de planta inteira” é um alimento de composição química relativamente homogênea e como na prática seu fornecimento aos animais pode ser controlado, através de seu uso estratégico nos períodos de escassez de forragens, evita-se o

grande problema da pecuária bovina, que é o da sazonalidade da produção, seja de carne ou leite (NEUMANN et al., 2005).

Vacas leiteiras alimentadas com forragem de mais alto valor nutritivo produzem mais leite com menor necessidade de suplementação com alimentos concentrados. A composição química dos alimentos, em termos dos seus componentes nutritivos, associada à capacidade dos animais em utilizá-los definem o seu valor nutritivo. Portanto, a descrição do valor nutritivo das silagens requer o conhecido da sua composição bromatológica associada ao índice de digestibilidade das suas frações nutritivas.

A avaliação do valor nutritivo é determinada a partir de análises de composição química das forrageiras que devem abranger pelo menos a determinação dos teores de matéria seca, de proteína bruta e de componentes da parede celular – fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina.

2.5 MILHO PARA SILAGEM

O milho é a cultura mais utilizada para ensilagem, pela tradição no cultivo, pela elevada produtividade e pelo bom valor nutritivo. Além disso, a ênfase no uso de híbridos mais produtivos e adaptados às condições locais é responsável pelos ganhos em produtividade de massa dessa cultura (PAZIANI et al., 2009).

Há no mercado grande número de cultivares de milho com variados índices de produtividade e qualidade, porém, é necessário considerar a influência dos fatores ambientais e das práticas de manejo (ALMEIDA FILHO et al., 1999), que, juntamente com o genótipo, definem o padrão de desenvolvimento da cultura. Assim, o desenvolvimento dos mesmos cultivares pode variar entre ambientes, o que requer avaliação sobre essa variabilidade regional (PAZIANI et al., 2009).

Especificamente para a alimentação animal, o milho é utilizado para a produção de silagem como forma de amenizar custos de produção por meio do aumento de desempenho animal. Isso acontece pela possibilidade de reduzir as quantidades de alimento concentrado em função do fornecimento da silagem como alimento volumoso, principalmente em épocas em que a produção de pastagens é escassa ou quando se estabelece maior desafio de produção de leite ou carne (NOVAES, LOPES & CARNEIRO, 2004).

Segundo Neumann et al. (2005), a cultura do milho para silagem requer uma fertilidade diferenciada daquela para a produção de grãos, pois, no processo de produção de

silagem, em que toda a parte aérea da cultura é colhida a exportação deste nutriente é mais acentuada.

A qualidade final da silagem de milho está diretamente relacionada ao estado nutricional das plantas. Dos nutrientes exigidos pela cultura, o nitrogênio (N) é considerado o de maior importância (BASI, et al., 2011).

Basi et al. (2011) afirma que com o melhor entendimento das funções deste nutriente na planta, das alternativas de fornecimento e de técnicas de manejo pode-se obter uma silagem de maior valor nutricional, em razão do aumento da concentração de proteína na planta. Além disso, ocasiona maior produção de matéria-seca por unidade de área, incremento na produção de grãos, aumento do seu valor energético, influencia na concentração de fibras do material ensilado e possivelmente no desempenho dos animais.

Dessa forma quando a planta de milho for bem suprida em nitrogênio pode dar origem a uma silagem com um maior valor nutricional, o que tende a melhorar o consumo e o desempenho dos animais.

Antigamente valorizavam-se híbridos com elevado potencial de produção de massa, denominados “milhos forrageiros”. Com o passar do tempo, com o melhor entendimento das definições de nutrição animal e com a intensificação dos sistemas produtivos pecuários, passou-se a buscar por melhor qualidade no material ensilado, sendo possível através do aumento da quantidade de grãos ou pela melhor digestibilidade do material (PAZIANI, 2009).

A silagem de milho é considerada um alimento composto por duas frações distintas. A fração fibrosa que é composta pela parte vegetativa da planta, e a fração energética, composta pelos grãos. Turco (2011) relata que o valor nutricional difere entre as partes da planta, o que influencia diretamente a degradabilidade e o valor energético da silagem, que dependem da participação da espiga, das folhas e dos colmos no material a ser ensilado. Segundo ela o estágio de desenvolvimento em que a planta de milho é colhida, além da cultivar utilizada, afeta significativamente a percentagem de matéria seca (MS) e de grãos na silagem de milho.

A época de colheita da lavoura para a silagem ou o ponto ideal de colheita para a produção de silagem é assunto que já foi bastante discutido entre produtores e técnicos, mas até hoje é considerado um dos principais erros na produção de silagem (CRUZ et al. 2008). Essa dificuldade em cortar a cultura no momento ideal pode ser resultado da falta de conhecimento técnico sobre o desenvolvimento da cultura, pela falta de infraestrutura dos produtores, os quais dependem de equipamentos de fora da propriedade e até mesmo por problemas climáticos que impedem o processo de ensilagem.

Altos teores de MS (acima de 40%) também exigem maior potência do equipamento que realiza a colheita para manter o tamanho da partícula uniforme. Outro fator o qual o alto teor de matéria seca pode influenciar é na compactação do silo, pois quanto maior o teor de MS, maior será sua resistência a compactação, que aumenta a quantidade de O₂ no material, favorecendo assim o desenvolvimento de fungos que irão diminuir o valor nutritivo do alimento. Além destes fatores, quando o grão atinge a maturidade fisiológica a digestibilidade do amido decresce, principalmente em cultivares que apresentam textura de grãos do tipo duro (CRUZ et al. 2008).

Segundo Zopollatto et al. (2009), o teor de matéria seca da planta no momento da ensilagem depende dos teores de matéria seca dos seus componentes estruturais. Muitos autores defendem que o ponto de colheita do milho para silagem é quando a planta apresenta teores de MS entre 30 a 35%. Maiores teores de MS são obtidos com uma maior maturidade das plantas. Já teores de MS abaixo de 30% estão relacionados com menor produção de MS, perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais (NUSSIO et al., 2001).

3.0 OBJETIVO

Os objetivos serão divididos em geral e específicos.

3.1 OBJETIVOS GERAL

Avaliar a contribuição da adubação nitrogenada na cultura do milho para produção de silagem e grãos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analisar a influência de diferentes doses e épocas de aplicação de N na cultura do milho sobre as características que comprometem a qualidade da silagem;
- ✓ Quantificar a produtividade de matéria seca e de massa verde em função da aplicação de diferentes doses de N;
- ✓ Identificar a interferência das doses de N nos parâmetros de rendimento de grãos e produtividade da cultura;
- ✓ Analisar a influência da época de aplicação do N na produtividade de massa seca, massa verde e produtividade de grãos da cultura do milho.

4.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos para um melhor entendimento serão apresentados em tópicos, que são apresentados abaixo:

4.1 LOCAL

O experimento foi conduzido, no município de Serra Alta-SC, localizado nas seguintes coordenadas geodésicas: latitude -26.735563° e longitude -53.027676° , com altitude média de 620 metros.

4.2 CLIMA

O clima da região é do tipo subtropical, com chuvas bem distribuídas, temperaturas médias no inverno de 9 a 10 °C e nos verão de 25 a 26 °C, classificação climática “Cfb” segundo a classificação proposta por Köppen. (KUINCHTNER & BURIOL, 2001).

4.3 SOLO

O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho. Práticas conservacionistas como o plantio direto são adotadas na área a mais de 10 anos. Antes da semeadura foi realizado uma análise de solo para calcular a dose de fertilizante a ser aplicada (**Tabela 1**).

Tabela 1. Características químicas do solo, profundidade 0-15 cm da área de realização do ensaio

MO	Teor de Carbono	pH	Ca	K	P	V%
----- g/dm ³ -----			--- cmol(+)/dm ³ ---		--- mg/dm ³ ---	---%---
53,61	31,17	5,10	7,26	1,07	16,65	69,58

MO: Teor de matéria orgânica; Ca: Cálcio; K: Potássio; P: Fósforo; V%: Saturação por Bases. Análise realizada no laboratório da EPAGRI.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.4 TRATAMENTOS

Os tratamentos constituídos de três doses de N (0, 120 e 180 kg ha⁻¹), aplicadas em diferentes épocas, em diferentes frações. As doses foram divididas em aplicações na base, V4, V5, V6, V8 e V10 (**Tabela 2**).

Os tratamentos receberam diferentes doses de N que foram aplicados na base junto ao sulco de semeadura (conforme tratamento). O restante das aplicações foram realizadas a lanço, distribuídas manualmente (conforme tratamento). Devido a boa distribuição pluviométrica, foi possível aplicar antes ou após a chuva, diminuindo as perdas por volatilização, garantindo um melhor aproveitamento do material aplicado. Foi utilizado fertilizante a base de ureia com 45% de N.

Tabela 2. Representação dos tratamentos com dose e época de aplicação

Tratamento	Aplicação - época e dose (kg ha ⁻¹)						Dose Total (kg ha ⁻¹)
	Base	V4	V5	V6	V8	V10	
1	---	---	---	---	---	---	0
2				120			120
3		60			60		120
4	24		48			48	120
5				180			180
6		90			90		180
7	36		72			72	180

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais que comportaram os tratamentos foram de 16,2 m² (2,7 x 6m), com quatro repetições.

4.6 TRATOS CULTURAIS

A semeadura do milho foi realizada durante o período de “safrinha”, no dia 10 de janeiro de 2015, em sucessão de outra lavoura de milho também utilizada para a produção de silagem. Para a semeadura foi utilizado uma semeadora com espaçamento de 0,45 m entre linhas, profundidade de semeadura de 4 cm, distribuindo 3,5 sementes por metro na linha, com obtenção de uma população aproximada de 77.000 sementes ha⁻¹.

O híbrido utilizado foi o MAXIMUS[®], com tecnologia VIP 3 (TL/TG), de ciclo precoce. Na adubação de base utilizou-se 300 kg ha⁻¹ do fertilizante químico formulado com

nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) 00-20-20 respectivamente. A dose de fertilizante foi calculada com base na análise de solos (**Tabela 1**) e recomendação para a cultura.

Os demais tratos culturais, não objetos do estudo, foram realizados conforme a recomendação para a cultura (CRUZ et al., 2006), como o controle das plantas daninhas utilizando herbicida a base de glyphosate (produto comercial Roundup Original[®]: 3,0 L ha⁻¹).

Aplicações de inseticidas foram necessárias devido ao forte ataque de “larva- alfinete”. Foi utilizado o inseticida Macth[®] (Grupo Químico Benzoilureia) para o controle da praga ainda na fase adulta, mas devido a baixa eficiência de controle, os insetos depositaram seus ovos no colo da planta, sendo que foi detectada a larva atacando as raízes do milho.

4.7 VARIÁVEIS RESPOSTAS

As avaliações das características morfológicas e produtivas da cultura do milho foram realizadas na época da colheita para realização de silagem, em que as plantas apresentam o estágio R4 (linha do leite de 1/2 a 2/3 do grão).

Para as avaliação morfológicas foram amostradas, aleatoriamente, oito plantas dentro da área útil da parcela (desconsiderando as linhas laterais e 0,5 m no início e final de cada parcela). As variáveis analisadas foram:

- diâmetro do colmo: que foi obtido através do uso de um paquímetro a 0,5 m de altura do solo (**Fotografia 1**);

- altura de inserção da espiga: que foi aferida com o auxílio de uma fita métrica (**Fotografia 1**);

Fotografia 1. Realização das avaliações de altura de inserção da espiga (A) e aferimento do diâmetro do colmo (B) da cultura do milho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

- porcentagem de folhas verdes: em que foi quantificado o número de nós e de folhas na porção do colmo abaixo do ponto de inserção da espiga;

Na mesma época foram avaliadas a produtividade de massa natural e massa seca do milho. Para avaliação da produtividade de matéria natural foram coletadas as plantas contidas em 2,0 m nas três linhas centrais em cada parcela (2,7 m²). Após o corte as plantas foram pesadas, com os dados foi estimada a produtividade em kg ha⁻¹. Após a pesagem procedeu-se a trituração (aproximadamente 5mm) do material colhido, em ensiladeira tratorizada, posteriormente coletou-se uma parte do material triturado, a amostra foi pesada e posteriormente alocada em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar (60 ± 2 °C) para secagem e quantificação da massa da matéria seca (TEDESCO et al., 1995). Com os dados coletados foi possível estimar a produtividade de massa seca de milho em kg ha⁻¹.

Outra amostra do material picado foi acondicionada dentro de embalagens de polietileno (do tipo “PET”). As embalagens foram cortados ao meio de forma transversal, completou-se o interior de duas metades com o material picado, sendo bem compactado para evitar a presença de ar. Posteriormente as duas metades foram encaixadas e unidas com fita plástica adesiva para evitar ao máximo o contato do material com o ar, garantindo então o processo de fermentação e de conservação da silagem (**Fotografia 2**).

Fotografia 2. Material ensilado dentro de embalagens PET para passar pelo processo de fermentação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

No final do ciclo da cultura foi realizada a colheita dos grãos, para isso foram colhidas as espigas restante das parcelas, desconsiderando as bordaduras, que corresponde as plantas contidas em 2,0 m nas três linhas centrais em cada parcela. Foram retiradas 10 espigas, aleatoriamente, de cada parcela, as quais foram descascadas e realizadas as avaliações das seguintes variáveis:

- Comprimento da espiga: obtido com o uso de uma régua graduada (**Fotografia 3**);
- Numero de fileiras (**Fotografia 3**);
- Número de grãos por fileiras;

- Peso de mil grãos: com a massa de 800 grãos (8 repetições de 100 grãos). Todas as espigas coletadas foram descascadas e debulhadas, os grãos foram limpos e pesados, posteriormente verificou-se a quantidade de umidade contida nos mesmos, corrigindo a umidade para 13% e estimou-se a produtividade em kg ha^{-1} de grãos.

Fotografia 3. Avaliação do comprimento das espigas e contagem de número de fileiras.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância pelo Teste F, e quando observada diferença significativa, foi efetuado o teste de Duncan, ambos a 5% de probabilidade de erro. O software utilizado foi o Winstat (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2007).

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as variáveis avaliadas foram influenciadas pelos tratamentos estudados, o que evidencia que o nitrogênio interfere diretamente na quantidade e qualidade de milho.

A variável percentagem de matéria seca (MS) apresentou maiores valores para os tratamentos com aplicação de N, principalmente quando dividida em maior número de aplicações (3 aplicações) (**Tabela 3**). O tratamento testemunha, sem aplicação de N, obteve menor percentagem de matéria seca, sem apresentar diferença com os tratamentos com uma aplicação de 120 kg ha⁻¹, uma e duas aplicações de 180 kg ha⁻¹ de N.

Os melhores desempenhos médios de MS na planta (27,01%) foram obtidos com doses de 120 kg de N kg ha⁻¹ em duas aplicações, e 120 e 180 kg de N kg ha⁻¹ em três épocas aplicações diferentes. Esses resultados foram menores que os de encontrados por Turco (2011), onde foi observada uma porcentagem de média de 37,9 % de MS na planta, não diferindo entre doses de 70 e 140 kg de N kg ha⁻¹ aplicados em cobertura.

A diferença entre os resultados pode ser explicada pelo ponto de colheita do material, pois segundo Johnson et al. (2002), o teor de MS do milho aumenta com a maturidade e as amplitudes das variações nos teores de MS indicam a ensilagem com 32 a 38% de MS, padrão acima dos resultados encontrados no experimento.

Oliveira et al. (2007) relatam que tal resposta agrônômica da cultura quanto aos teores de MS é dada em função dos diferentes estádios de maturação do híbrido avaliado, é consequência das mudanças na composição morfológica da planta e translocação de nutrientes, associada às condições ambientais.

Níveis reduzidos de MS podem apresentar elevadas quantidades de efluentes (chorume) (TURCO, 2011). Segundo Rotz e Muck (1994), a produção de efluentes tende a aumentar quadraticamente com o teor de umidade, que carrega em solução, nutrientes de alta digestibilidade e compostos fundamentais para a fermentação, assim, a silagem perde concentração de nutrientes, reduz o consumo da silagem pelos animais e infere negativamente dificultando o manejo de silo (EVANGELISTA & LIMA, 2002).

O material colhido com baixos teores de matéria seca favorece o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais promovem a proteólise e, conseqüentemente, produção de nitrogênio amoniacal. Com isso, a silagem perde valor nutritivo e palatabilidade.

Silagens com alto teor de umidade demoram a se estabilizar, permitindo assim o crescimento de *Clostridium* e outras bactérias que produzem ácidos orgânicos de baixo poder ionizante, retardando a estabilização do pH para valores entre 3,6 a 4,2. Desta forma, ocorre

consumo de carboidratos solúveis que seriam potencialmente utilizados para a fermentação láctica, reconhecidamente mais desejável (NUSSIO et al., 2001).

O período de aplicação é outro fator que está intimamente ligado quantidade de matéria seca encontrada no material. O nitrogênio é um nutriente sujeito a perdas por lixiviação, volatilização na forma amoniacal (N-NH₃), imobilização, mobilização, nitrificação e desnitrificação (Rambo et al., 2004). Dessa forma, quando as doses são divididas ao longo do tempo ocorrem menores perdas do nutriente, assim há maior aproveitamento do N aplicado.

Segundo Basi et al. (2011), o nitrogênio afeta a qualidade do material vegetal, pois exerce papel fundamental na formação e composição deste componente da planta, além de apresentar estreita relação com a produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho.

Tabela 3. Porcentagem de matéria seca no material ensilado, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).

Dose (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio		Matéria Seca (%)
	Aplicação		
0	-		25,29 b ¹
120	V6		25,60 b
120	V4 e V8		26,94 a
120	Base, V5 e V10		27,03 a
180	V6		26,03 ab
180	V4 e V8		25,53 b
180	Base, V5 e V10		27,07 a

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

A variável produtividade de matéria natural (t ha⁻¹) não apresentou respostas negativas em relação aos fatores de dose e de época de aplicação, exceto para o tratamento testemunha (**Gráfico 1**). O tratamento em que foi realizada a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, dividido em três épocas, não diferenciou da testemunha. A divisão das doses pode ter ocasionado pouco suprimento do nutriente nos estádios de maior crescimento vegetativo das plantas. Nos tratamentos com maior dose de N, com ou sem, fracionamento, foi suficiente para possibilitar um maior desenvolvimento das plantas.

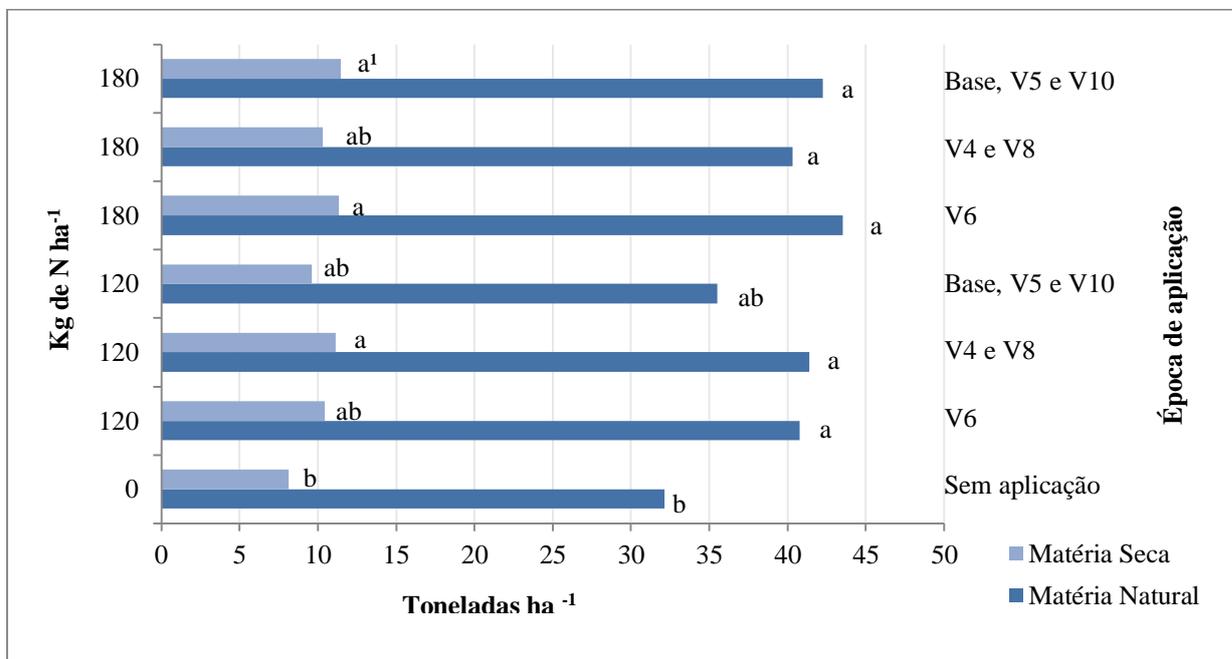
Segundo Ferrari Jr et al. (2005), a produção de massa verde é uma das primeiras variáveis a avaliar quando se busca informação sobre determinada cultivar, uma preocupação

anterior as variáveis de qualidade da silagem, além de ser uma característica para o dimensionamento de silos.

Os produtores estão preocupados a buscar híbridos com boa capacidade produtiva de massa por área, o que geralmente se faz necessário pela limitação de espaço físico dentro da propriedade. Isso em muitos casos pode comprometer a qualidade do material, pois híbridos com boa capacidade produtiva nem sempre estão relacionados com a capacidade de produzir teores nutricionais desejáveis a uma boa silagem.

A produtividade média de matéria natural ($39.410 \text{ kg ha}^{-1}$) foi menor quando comparado aos resultados obtidos por Turco (2011), em experimento conduzido na primeira safra de milho cultivado em nível de alta adubação proporcionou maiores produções de matéria verde ($50.764 \text{ kg ha}^{-1}$). A produtividade também foi menos quando comparadas as quantidades obtidas por Neumann et al. (2005), onde teve uma produção média de $53,625 \text{ kg ha}^{-1}$ com aplicação de $135 \text{ kg de N ha}^{-1}$. A produtividade obtida neste estudo pode ter sido menor por se tratar de cultivo em safrinha.

Gráfico 1. Produtividade de matéria natural (t ha^{-1}) e matéria seca (t ha^{-1}) de milho para silagem, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).



¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

A variável produtividade de matéria seca de milho (t ha^{-1}) apresentou comportamento semelhante da produtividade de matéria verde, onde todos os tratamentos que receberam a

aplicação de N apresentaram maior valor quando comparadas com a testemunha, exceto para o tratamento que recebeu a menor dose de N (120 kg ha^{-1}) divididos em três épocas. (**Gráfico 1**).

Os tratamentos que receberam 120 kg ha^{-1} de N em uma única dose e $180 \text{ kg de N ha}^{-1}$ divididas em duas doses não diferenciaram da testemunha. Esse comportamento pode ter ocorrido por que maiores doses de N favorecem a manutenção dos componentes da planta, como por exemplo, a manutenção do caule e das folhas verdes. Isso influencia diretamente na porcentagem de MS do material, pois esses fatores irão diminuir a porção do componente por unidade de massa. Desta forma, quando for correlacionada a porcentagem de MS da forragem, com a produção de matéria natural (MN), mesmo com boas produtividades de massa, se não houver alto teor de MS na planta a variável será comprometida quando for representada em produção por área.

No tratamento com aplicação da maior dose de N (180 kg ha^{-1}) em apenas uma época foi obtida maior produtividade numérica ($11.460 \text{ kg ha}^{-1}$), com produtividade de 46,7% superior a testemunha, no entanto, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos com aplicação de N. Neumann (2005), em seu tratamento testemunha obteve rendimentos superiores ($14.388 \text{ kg ha}^{-1}$) quando comparados a este experimento, obtendo até $22.963 \text{ kg ha}^{-1}$ nos tratamentos submetidos a $135 \text{ kg de N ha}^{-1}$.

A variável porcentagem de folhas verdes, localizadas abaixo do ponto de inserção da espiga, apresentou grande influência com os tratamentos de N (**Tabela 4**). Os tratamentos que receberam aplicação de N apresentaram maior porcentagem de folhas verdes em comparação à testemunha, exceto para o tratamento com aplicação de 120 kg ha^{-1} de N em três épocas (Base, V5 e V10). Com a divisão da aplicação em três épocas, pode ter ocorrido a aplicação de doses muito baixas em épocas que a planta possui maior exigência e uma aplicação muito tardia (V10) (**Tabela 4**).

Yamada & Abdalla (2000) relatam que o N exerce importantes funções no metabolismo do vegetal, como a integridade dos aminoácidos fazendo parte da constituição das proteínas, enzimas, fitocromos, bases nitrogenadas, moléculas de clorofilas e fitohormônios, dessa forma, plantas com maior aporte de N podem apresentar maior número de folhas verdes, considerando que esse elemento é móvel e é transferido dos tecidos mais velhos para os mais recentes.

Tabela 4. Diâmetro do colmo (mm), folha verde abaixo da espiga (%) e altura de inserção da espiga (cm) de milho no momento de colheita para silagem, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia)

Nitrogênio		Diâmetro do Colmo (mm)	Folha verde (%)	Inserção da Espiga (cm)
Dose (kg ha ⁻¹)	Aplicação			
0	-	15,16 c ¹	44,46 c	117,85 b
120	V6	17,25 ab	56,65 ab	126,45 ab
120	V4 e V8	18,01 a	56,80 ab	123,05 ab
120	Base, V5 e V10	16,68 b	51,34 bc	127,20 ab
180	V6	17,99 a	62,05 a	129,05 a
180	V4 e V8	18,27 a	56,72 ab	125,15 ab
180	Base, V5 e V10	17,21 ab	63,20 a	127,00 ab

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Uma grande porcentagem da planta seca no processo de ensilagem do material pode gerar uma silagem com alto teor de matéria seca. Isso influencia de forma direta no processo de fracionamento da planta, pois o material mais seco apresenta maior resistência ao corte. Outro fator que pode ser influenciado pelo teor de matéria seca é a resistência a compactação, fazendo com que não seja possível a retirada do máximo de ar na massa de silagem, implicando assim na qualidade do alimento.

Fatores como o apresentado acima pode ser diretamente influenciado pelo estado que a planta se encontra no momento da ensilagem, onde estresse hídrico, estado nutricional das plantas e época de corte do material influenciam de forma direta na quantidade de material verde encontrado no momento da colheita.

No entanto a senescência foliar é um processo normal que ocorre dentro do ciclo das plantas, evidenciado após a fase final de desenvolvimento de todos os órgãos. Porém esse fenômeno pode ter um início precoce, estimulado principalmente por limitações hídricas e nutricionais (DANGL et al., 2000).

O aumento da quantidade de folhas secas pode levar a teores de matéria seca maior que o esperado, ocasionando ao produtor dificuldade no corte do material. Geralmente, as regulagens de corte recomendadas para as ensiladeiras disponíveis no mercado variam entre 4 mm e 6 mm, proporcionando partículas com tamanho entre 1 cm e 3 cm e com boa eficiência na quebra de grãos. Eventualmente, regulagens até menores são recomendadas se os teores de MS forem mais elevados (CRUZ et al., 2008). Outro fator no qual altos teores de matéria seca

influência é na acomodação da silagem picada dentro do silo, ocorrendo a resistência do material picado à compactação.

A produção de grãos depende da área foliar fotossinteticamente ativa da planta, sendo que, folhas bem nutridas de N possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo de fotossíntese (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

Doses crescentes de nitrogênio aplicadas ao milho determinaram aumento de área foliar na planta e maior acúmulo de massa seca de raízes, que, conseqüentemente, promovem aumentos significativos de integridade dos tecidos foliares em função da maior síntese de fotoassimilados e/ou da maior capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas raízes (MAIZLISH et al., 1980).

A altura de inserção da espiga apresentou pouca diferenciação para os tratamentos testados (**Tabela 4**). A maior altura foi observada no tratamento em que foi aplicada a maior dose de N (180 kg ha⁻¹) apenas em uma época de aplicação (V6), único tratamento que diferenciou-se da testemunha. Com a aplicação de uma dose elevada de N precocemente pode ter estimulado a planta de milho a crescer mais rapidamente, obtendo maior estatura (**Tabela 4**).

Os diâmetros de colmo foram maiores nos tratamentos em que foram realizadas aplicações de N, que diferiram da testemunha (**Tabela 4**). Segundo Gonçalves et al. (2013), o colmo funciona como estrutura de reserva, ocorrendo translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos (MAGALHÃES & JONES, 1990). Portanto, maiores doses de N são geralmente correlacionadas com maiores produtividades como observadas neste trabalho.

A quantidade de grãos por espiga (**Tabela 5**) apresentou aumento linear em razão da aplicação da quantidade de N. Esse componente é de fundamental importância para a determinação do potencial produtivo da cultura. O suprimento de N durante a fase de diferenciação floral é indispensável, pois em sua falta pode ocorrer a redução do número de lóculos nos primórdios da espiga, diminuindo assim a produtividade de grãos (ERNANI et al., 2005).

A melhor resposta em relação a produção de grãos por espiga foi encontrada nos tratamentos que receberam as maiores doses do nutriente, aplicadas em duas ou três vezes durante o cultivo. Segundo Magalhães & Durães (2006), o estabelecimento do número máximo de grãos, ou a definição da produção potencial são definidos no estágio V3 de desenvolvimento da cultura. Isso pode justificar os resultados encontrados, visto que as melhores valores desta variável foram encontradas quando as maiores doses foram aplicadas próximo ao estágio de definição do potencial produtivo da cultura.

Esses resultados apresentaram o mesmo comportamento dos encontrados por Casagrande & Filho (2002), onde as respostas da produtividade de grãos por espiga também aumentaram de forma linear em resposta da quantidade de N aplicada. Com 90 kg de N ha⁻¹, o autor obteve uma quantidade de 596 grãos por espiga, quantidade superior ao melhor resultado encontrado neste estudo.

Como o número de grãos por espiga é um determinante de rendimento da cultura, a partir dos resultados encontrados pode-se esperar menores produtividades nos tratamentos testemunhas, onde houve uma média de 415,5 grãos por espiga. No entanto, a quantidade de grão deve ser relacionada com o peso da massa de grãos, para assim definir a produtividade final da cultura.

Conforme Magalhães e Durães, (2006), o estágio fisiológico em que define o número de óvulos e ovários contidos na espiga é o V3, onde a planta encontra-se com três folhas definitivas, sendo que esse estágio está diretamente relacionado com a disponibilidade de nitrogênio. No entanto os valores encontrados divergem com a afirmação do autor, visto que as aplicações com menor dose aplicadas perto deste estágio não teve um desempenho satisfatório.

Na variável comprimento de espiga, a qual é determinante da capacidade produtiva da cultura não houve diferenciação estatística entre os tratamentos, exceto no tratamento testemunha onde foram encontrados os menores valores (**Tabela 5**). Estes resultados foram similares aos encontrados por Turco (2001) onde as maiores espigas foram encontradas em tratamentos que receberam alto nível de adubação.

Tabela 5. Tamanho da espiga (cm) número de grãos por espiga na cultura do milho safrinha, em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia)

Nitrogênio		Tamanho da Espiga (cm)	Número de Grãos/ Espiga
Dose (kg ha ⁻¹)	Aplicação		
0	-	11,50 b ¹	415.5 d
120	V6	13,28 a	492.9 abc
120	V4 e V8	12,95 a	467.1 c
120	Base, V5 e V10	12,56 a	472.58 bc
180	V6	12,81 a	473.4 bc
180	V4 e V8	13,22 a	506.04 ab
180	Base, V5 e V10	13,35 a	511.24 a

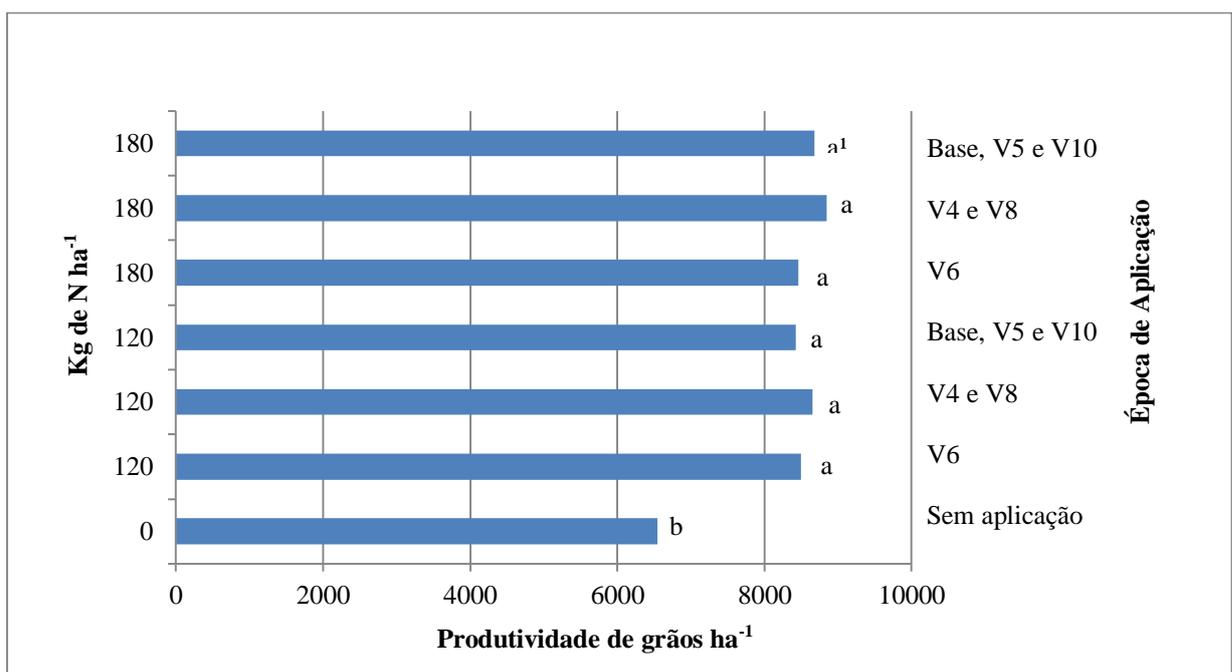
¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Quanto a variável produtividade de grãos da cultura, o presente trabalho não apresentou diferenciação significativa entre os tratamentos, exceto para a testemunha que obteve uma produção média de 6545,37 kg ha⁻¹ (**Gráfico 2**).

A produção de grãos depende da área foliar fotossinteticamente ativa da planta, sendo que, folhas bem nutridas de N possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo de fotossíntese (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004). Os valores de massa de mil grãos encontrados no presente trabalho podem ser comparados aos valores de porcentagem de folhas verdes, visto que as melhores densidades foram encontradas onde o “*stay green*” das plantas apresentou-se superior, ou seja, com uma maior área fotossinteticamente ativa na planta houve maior taxa de translocação de reservas para o grão, refletindo em grãos mais pesados (**Gráfico 3**).

Os valores médios de produtividade de grãos (8301,7 ha⁻¹) obtidos neste trabalho foram maiores aos encontrados por C. Kappes et al. (2009), onde a média de produtividade foi de 5.936,3 kg ha⁻¹. A produtividade que corresponde a melhor eficiência agrônômica e econômica nem sempre corresponde a maior quantidade de N aplicada, visto que no trabalho de Farinelli e Lemos (2010) a máxima produtividade de grãos foi obtida com a estimativa de 92 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Gráfico 2. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) do milho safrinha submetido a diferentes doses e diferentes épocas de aplicações de N.

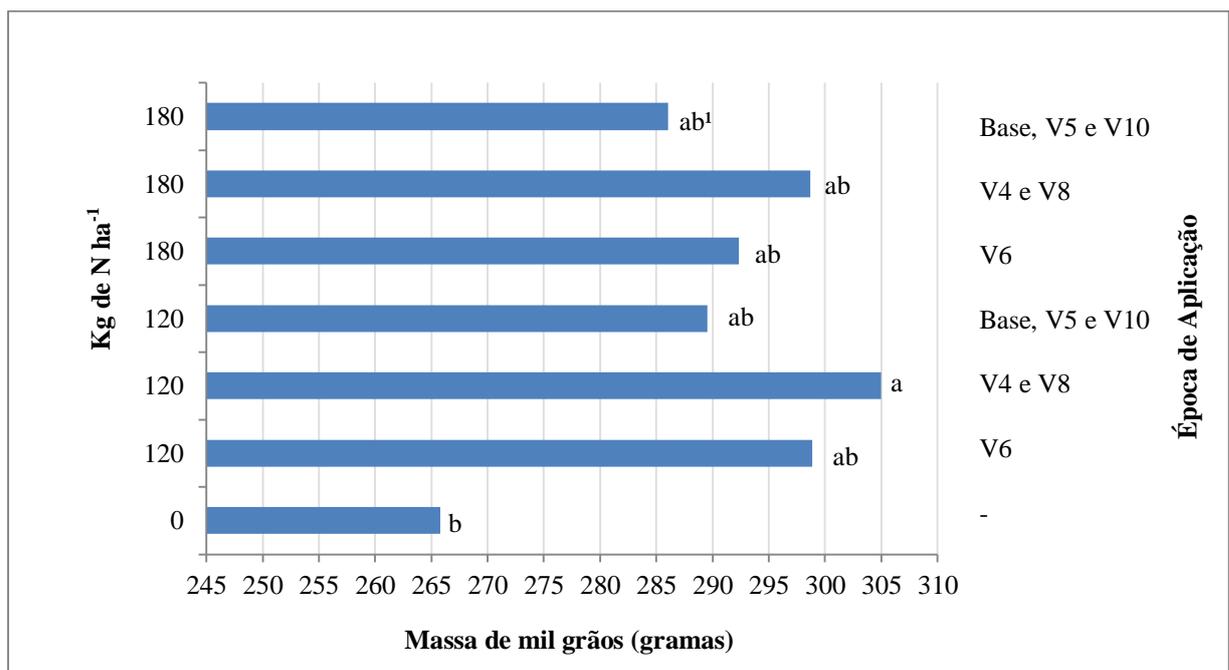


¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Segundo Bassi et al. (2011), o grão é um componente da silagem de milho de grande importância dentro da silagem, pois sua composição média é de, amido (72%), proteína bruta (9,5%), fibra detergente neutro (9,0%) e óleo (4,0%). O grão contribui na composição da silagem de milho para assegurar que o valor nutritivo do material original fique o mais próximo possível daquele do momento em que a forragem foi ensilada (NUSSIO et al., 1992). Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), um material ideal para ensilagem deve ter em sua composição aproximadamente 40 a 50% de grãos na MS da planta. Quanto mais próximo de 50% for esta proporção, melhor ocorrerá a fermentação do silo, maior será o valor energético, a digestibilidade aparente, o consumo e a melhora da conversão alimentar.

Tomando como parâmetros a variável massa de mil grãos, a qual é determinante de produtividade da cultura, pôde-se observar que a época de aplicação não teve interferência nos resultados (**Gráfico 3**). A maior variação foi observada somente no tratamento testemunha (265,78 g), este que diferenciou-se do tratamento com aplicação de 120 kg ha⁻¹ em duas épocas de aplicação. Isso nos faz crer que sua maior resposta está relacionada com a quantidade e época de N aplicada.

Gráfico 3. Massa de mil grãos (gramas) da cultura do milho safrinha em função da quantidade e época de aplicação de nitrogênio (ureia).



¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Observando os dados de número de grãos por espiga (**Tabela 5**), pode-se perceber que o tratamento com 120 kg de N ha⁻¹ aplicado em duas épocas, apresentou um comportamento não satisfatório em relação aos demais. Comparando esse resultado com a massa de mil grãos, observa-se que mesmo com uma quantidade menor de grãos por espiga o tratamento obteve o melhor resultado em termos de massa. Perante isso se pode deduzir que a aplicação de N é essencial para a viabilidade da fecundação dos lóculos quanto para o enchimento do grão na fase final da cultura.

6.0 CONCLUSÕES

O nitrogênio é um nutriente indispensável para o cultivo de milho safrinha para produção de silagem, sendo determinante de parâmetros produtivos da cultura, tanto de massa seca quanto de matéria natural, influenciando também de forma significativa nos parâmetros determinantes de qualidade do material a ser ensilado.

Diferentes épocas de aplicação surtem menor efeito nos parâmetros que determinam a qualidade final do material ensilado, sendo mais influenciado pela quantidade de N aplicada.

Dentro da dose de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio foi obtida maior produtividade tanto em grãos, em matéria seca e matéria natural do milho submetido a aplicações em uma (V6) ou duas (V4 e V8) épocas.

Com aplicação da dose de 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio as épocas de aplicação apresentam menor efeito na produtividade e qualidade de milho para silagem.

A divisão da dose de N em três épocas não promovem aumento das características produtivas do milho, em especial pelo atraso da última aplicação, justamente pelo fato da mesma ser direcionada a um período em que a planta já definiu todos os potenciais produtivos e não necessita mais de um aporte tão grande do nutriente.

7.0 REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.7-13, 1999.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p.519-527, 2002.

BARBANO et al. Temperatura base e soma térmica para cultivares de milho pipoca (*Zea mays*) no subperíodo emergência florescimento masculino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 79-84, 2003

BARROS, J.F. C.; CALADO, J.G. **A Cultura do Milho**. Évora- Portugal: Évora, 2014.

BASI, S. et al. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 3, p.219-234, 2011.

CASAGRANDE, J.; FILHO, Domingos Fornasieri. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p.33-40, 2002.

COELHO, Antônio Marcos. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**, p. 1-1, 2004.

CONAB. Disponível em: <78.985,2 mil>. Acesso em: 08 nov. 2015.

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do Milho**, 12 p. 2006.

CRUZ, J. C. et al. **Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita**, 2008.

EMBRAPA. Cultivo do Milho. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm. Acesso em: 08 nov. 2015.

ERNANI, P. R. et al. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 35, n. 02, p. 360-365, 2005.

EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. Lavras, Editora UFLA, 2ª ed., 2002, 210p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2 ed. Piracicaba: Os autores, 2004. 360p.

FANCELLI, A.L. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. **Informações Agronômicas**, v. 131, p.1-16, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e eficiência agronômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p.135-146, 2010.

FERRARI JR. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.1, p.19-27, 2005.

GONÇALVES, R. N. et al. **Produtividade de milho safrinha sob doses crescentes de nitrogênio aplicado na semeadura**. In XII Congresso Nacional de Milho Safrinha. Embrapa, Dourados – MS. 2013. 6p.

JOHNSON, L.M. et al. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. **Journal Dairy Science**, v.85, n.4, p.833-853, 2002.

KUINCHTNER, A; BURIOL, A.G. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia*, v.2, n.1, p.171-182, 2001.

KUNTZ, R. P. **Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha**. 2005, 115p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

LAM, H.M. et al. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.47, p.569-593, 1996.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Volatilização de NNH_3 na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.489-496, 1997.

MACHADO, A. CONCEIÇÃO, A. R. Programa estatístico WinSat: sistema de análise estatístico para Windows. Universidade Federal de Pelotas, RS. 2007. CD-ROM

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25:1747-1754, 1990.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, Frederico O. M.. **Fisiologia da Produção de Milho**. EMBRAPA, 2006. 10 p.

MAIZLISH, N. A.; FRITTON, D. D.; KENDALL, W. A. Root morphology and early development of maize at varying levels of nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 1, p. 25-31, 1980.

MARTINS, C.R. et al. **Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a Importância na Química da Atmosfera**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n.5, p.28-41, 2003.

MELLO ACL & PEDREIRA CGS. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 282-289, 2004.

MIRANDA, J. E. C.; RESENDE, H.; VALENTE, J. O. **Plantio de milho para silagem**. Comunicado Técnico, p.1-8, 2002.

NEUMANN, M. et al. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p. 418-427, 2005.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. **Silagens : oportunidades e pontos críticos**. Juiz de Fora: Embrapa, 2004.

NUSSIO, L.G. et al. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho**. P. 127-145, 1992

NUSSIO, L. G.; SIMAS, J. M. C.; LIMA, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: NUSSIO, L. G.; ZAPOLATTO, M.; MOURA, J.C. (Org.). **Anais do 2º Workshop sobre milho para silagem**. 1 ed., 2001, v.1, p.11-26.

OLIVEIRA, J. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados a silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p.45-50, 2007

PAZIANI, S. F. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p. 411-417, 2009.

PEREIRA, R. G. A. et al. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho-ro: Embrapa, 2008.

PEREIRA, A. V.; CÓSER, A. C.. **FORAGEIRAS PARA CORTE E PASTEJO**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 26 p.

PIMENTEL, J. J. O. et al. Efeito da Suplementação Protéica no Valor Nutritivo de Silagens de Milho e Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 5, p.1042-1049, 1998.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S.. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p.1015-1020, 2004.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, 34:1637-1645, 2004.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C.; LOBATO, P. N. **Resposta da Cultura do Milho a Aplicação de Diferentes Doses de Inoculante (Azospirillum brasilense) Via Semente**. Xxviii Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiania-go, p.2429-2434, 2010.

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

ROTZ, A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage quality, evaluation and utilisation**. ASAE, 1994..

RUXTON, I. B.; McDONALD, P. The influence of oxygen on silage, 1. Laboratory studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 25, p. 107-15, 1974.

SOARES, F.N. **Leguminosas forrageiras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Pará – UFPA, 36f., 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. 174 p. 1995.

TURCO, Giselle Maria Seleme. **Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-oeste, Unicentro-pr, Guarapuava, 2011

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. COMO MELHORAR A EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO? **Informações Agronômicas**, v. 91, p.1-5, 2000.

ZOPOLLATTO, M. et al. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia: © 2009 Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p.452-461, 2009.

APÊNDICES

Apêndice 4. Semeadora da cultura do milho para elaboração do projeto.



Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.

Apêndice 5. Emergência da planta de milho sobre resteva de silagem.



Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.

Apêndice 6. Desenvolvimento da cultura no estágio V3.

Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.

Apêndice 7. Aplicação de N (ureia) em cobertura.

Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.

Apêndice 8. Dano na raiz ocasionado pelo ataque de “Larva- Alfinete” (*Diabrotica speciosa*).



Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.

Apêndice 9. Falha na granação da espiga devido ao estresse hídrico ocorrido na fase de polinização.



Fonte: Elaborado e de autoria do autor, 2015.