



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

KELBES OLIVEIRA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO MILHO (ZEA MAYS L.) SOB DIFERENTES
FONTES E NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

Araguatins - TO

2020

KELBES OLIVEIRA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO MILHO (ZEA MAYS L.) SOB DIFERENTES
FONTES E NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia do Tocantins –
IFTO/*Campus* Araguatins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.
Orientador: Me. Márcio Rogério Pereira Leite.

Araguatins - TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

A658a Araújo, Kelbes Oliveira de
 Análise da Produtividade do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes
 fontes e níveis de nitrogênio / Kelbes Oliveira de Araújo. –
 Araguatins, TO, 2020.
 44 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguaatins, Araguaatins, TO, 2020.

Orientador: Me. Márcio Rogério Pereira Leite
Coorientador: Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. Adubação. 2. Nitrogenada. 3. Desempenho. I. Leite, Márcio
Rogério Pereira. II. Leite, Raimundo Laerton de Lima. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) SOB DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE NITROGÊNIO.

AUTOR (A): **KELBES OLIVEIRA DE ARAÚJO**

ORIENTADOR (A): **Me. MARCIO ROGERIO PEREIRA LEITE**

COORIENTADOR (A): **Dr. RAIMUNDO LAERTON LIMA LEITE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 27 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Eduarda Fernanda Gomes Viegas, Usuário Externo**, em 27/11/2020, às 18:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, Servidor**, em 27/11/2020, às 18:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 27/11/2020, às 19:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1138003** e o código CRC **85111736**.

Dedico este trabalho à toda minha família, que nos momentos mais difícil sempre me apoiou e incentivou, e é esse incentivo que me dá forças para lutar e buscar vencer todos os dias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em todos os momentos me deu forças para continuar e não fraquejar nos caminhos que tive que trilhar até aqui.

Agradeço ao corpo docente desta instituição, que mais uma vez se dedicou para transmitir o conhecimento e proporcionar novas experiências e mostrar novos horizontes a serem trilhados.

Agradeço todos os colaboradores desta instituição, pelo apoio dado nas aulas práticas, na realização de experimentos e pelas breves conversas, que as vezes sem a menor percepção por estes, elas alegraram nosso dia e tornaram ele mais fácil.

Agradeço aos meus amigos que sempre contribuíram na minha caminhada até aqui, e que não me abandonaram ainda que o experimento fosse difícil, por isso sou grato à, Bruno Cesar Dantas, Luiz Fernando Leal Junior, Daniel Gomes Mendes Barbosa, Uectorri Alves Torres, Matheus Monteiro Marinho, José Lucas de Sousa Soares, e em especial à Ricardo Santana Oliveira e José Lucas Sousa Santos que me ajudaram não só nos trabalhos, mas foram também responsáveis por ter chegado até aqui.

Agradeço ao meu professor e orientador, Me. Márcio Rogério Pereira Leite pelo apoio dado e pelo incentivo dado em todos os trabalhos que me orientou durante a esta graduação.

Agradeço a Valda Pereira Costa pelo apoio que me deu durante todo o curso, pela paciência tida, pela compreensão que teve na falta de tempo que tinha, e sobretudo por ter me incentivado a iniciar essa etapa da minha vida e por me acompanhar até o término deste ciclo. Sua ajuda foi fundamental para que pudesse chegar até aqui.

É uma verdade reconhecida na filosofia
que uma teoria justa sempre será
confirmada através da experiência.
(Thomas Robert Malthus).

RESUMO

A avaliação de diferentes fontes e níveis de nitrogênio na cultura do milho, é um assunto bastante complexo e muito debatido no meio científico. Isso ocorre devido o nitrogênio ser o nutriente mais requerido pela cultura e representar o principal custo da lavoura. Nesse contexto, o presente trabalho buscou avaliar a produtividade do milho submetido à adubação nitrogenada com três fontes e cinco níveis de nitrogênio, para verificar qual fonte e nível oferece melhor desempenho na produtividade. O trabalho foi conduzido em área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins-Campus Araguatins. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em fatorial $3 \times 5 + 1$, sendo 3 fontes (ureia convencional, Ureia Nitro mais® e ureia Nitro Gold®) e 5 níveis (40,80,120,160 e 200kg.ha⁻¹) de nitrogênio, mais um tratamento adicional (0 kg.ha⁻¹ de nitrogênio) e 3 repetições, totalizando 48 parcelas. Foram analisados, o peso da espiga com e sem palha, diâmetro do colmo, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância. Comparou-se as médias pelo teste de Scott&Knott ao nível de 5% de probabilidade. Onde não se observou diferença significativa ($p < 0,05$) para as fontes de nitrogênio. Em relação aos níveis de nitrogênio aplicado, observou-se diferença significativa todas as características avaliadas, exceto para massa de mil grãos. O diâmetro do colmo apresentou diferença significativa apenas para dose de 40 kg.ha⁻¹ e para o tratamento adicional, diferente da massa de mil grãos, que se diferenciou apenas do tratamento adicional, sendo os demais níveis iguais estatisticamente. As demais características apresentaram diferença estatística, onde os níveis de 120,160 e 200kg.ha⁻¹ foram superiores ao tratamento adicional e aos que receberam 40 e 80kg.ha⁻¹ de nitrogênio. Realizou-se ainda, análise de variância para regressão polinomial, para avaliar o comportamento dos níveis de nitrogênio sobre as características estudadas. Tendo um ajuste para regressão linear para todas, exceto a massa de mil grão. Onde no gráfico verifica-se ganhos positivos em função do incremento de nitrogênio. Foi possível inferir que as fontes utilizadas apresentaram ganhos de produtividades similares, onde nenhuma se mostrou superior. Foi mostrado ainda, que a aplicação de 120 kg.ha⁻¹ de nitrogênio seria o suficiente para conseguir bons resultados produtivos. Sendo a ureia convencional, a mais viável, considerando seu menor custo por unidade de nitrogênio.

Palavras-chave: Adubação. Nitrogenada. Desempenho.

ABSTRACT

The evaluation of different sources and levels of nitrogen in the corn crop, is a very complex subject and much debated in the scientific environment. This is because nitrogen is the nutrient most required by the crop and represents the main cost of the crop. In this context, the present work sought to evaluate the productivity of corn submitted to nitrogen fertilization with three sources and five levels of nitrogen, to verify which source and level offers the best performance in productivity. The work was conducted in an experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins-Campus Araguatins. A randomized block design in factorial $3 \times 5 + 1$ was used, and three sources (conventional urea, more urea Nitro® and urea Nitro Gold®) and 5 levels (40, 80, 120, 160 and 200 kg.ha⁻¹) nitrogen, an additional treatment (0 kg ha⁻¹ of nitrogen) and 3 repetitions, totaling 48 plots. The weight of the ear with and without straw, stem diameter, number of grains per ear, mass of a thousand grains and productivity were analyzed. The collected data were submitted to analysis of variance. The means were compared using the Scott & Knott test at the 5% probability level. Where there was no significant difference ($p < 0.05$) for nitrogen sources. In relation to the applied nitrogen levels, a significant difference was observed in all the characteristics evaluated, except for the mass of a thousand grains. The stem diameter showed a significant difference only for a dose of 40 kg.ha⁻¹ and for the additional treatment, different from the mass of a thousand grains, which differed only from the additional treatment, with the other levels being statistically equal. The other characteristics showed statistical difference, where the levels of 120, 160 and 200 kg.ha⁻¹ were higher than the additional treatment and those that received 40 and 80 kg.ha⁻¹ of nitrogen. An analysis of variance for polynomial regression was also carried out to assess the behavior of nitrogen levels on the characteristics studied. Having a fit for linear regression for all the s except thousand grain mass. Where the checks graphic If gains are positive due to the nitrogen increase. It was possible to infer that the sources used showed similar gains in productivity, where none was superior. It was also shown that the application of 120 kg.ha⁻¹ of nitrogen would be enough to achieve good production results. As conventional urea is the most viable, considering its lower cost per unit of nitrogen.

Keywords: Fertilizing. Nitrogenated. Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultado de análise química do solo.	22
Tabela 2- Resultado de análise física do solo.....	22
Tabela 3- Tratamentos realizados	23
Tabela 4- Tratamento das sementes	24
Tabela 5- Resumo da análise de variância (ANAVA) para as características PECP, PESP, DC, NGPE, MMG, PROD.....	29
Tabela 6- Comparação das médias dos efeitos principais para fonte e níveis de nitrogênio das características PECP, PESP, DC, NGPE, MMG e PROD.....	33
Tabela 7- Análise de variância para regressão polinomial do efeito dos níveis de nitrogênio para as características PECP, PESP, NGPE, MMG e PROD.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Dados de temperaturas médias e precipitação pluviométrica durante o período de condução da cultura.	21
Gráfico 2- Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a característica PECP.	35
Gráfico 3- Efeito dos níveis de N sobre a característica PESP.	36
Gráfico 4- Efeito dos níveis de N sobre a característica DC.	37
Gráfico 5- Efeito dos níveis de N sobre a característica NGPE.....	38
Gráfico 6- Efeito dos níveis de N sobre a característica de PROD.	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. A cultura do milho	14
2.1.1. Histórico da cultura	14
2.1.2. Características morfológicas	14
2.2. Importância econômica do cultivo de milho	15
2.3. As perdas do nitrogênio	16
2.4. As fontes de fertilizantes nitrogenados	18
2.5. Ureia convencional	18
2.6. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Caracterização da área experimental	21
3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	22
3.3. Condução do experimento	23
3.4. Características avaliadas	24
3.4.1. Peso da espiga com palha	25
3.4.2. Peso da espiga sem palha	25
3.4.3. Diâmetro do colmo	25
3.4.4. Número de grãos por espiga	25
3.4.5. Massa de mil grãos	26
3.4.6. Produtividade	26
3.4.7. Análise estatística	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ABREVIações

Al	Alumínio
Al ³⁺	Alumínio trocável
Ca	Cálcio
Ca ²⁺	Cálcio trocável
Ha	Hectare
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mg ²⁺	Magnésio trocável
MO	Matéria orgânica
N	Nitrogênio
NH ₄ ⁺	Amônio
NO ₃ ⁻	Nitrato
P	Fósforo
PROD	Produtividade
S	Enxofre
T	Capacidade de troca de cátions
Kg	quilograma
V%	Saturação por bases

LISTA DE SIGLAS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
MMG	Massa de mil grãos
NGPE	Número de grãos por espiga
PECP	Peso da espiga Com Palha
PESP	Peso da espiga sem Palha

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é de grande importância na economia nacional. Com uma área superior a 18 milhões de hectares na última safra (2019/2020), o país teve uma produção superior a 100 milhões de toneladas. Observando-se um leve aumento, na ordem de 2,5% em relação à safra anterior, este número poderia ter sido maior, visto o bom momento que o grão teve diante o mercado nesta safra, no entanto a área plantada foi impactada por alguns fatores. Entre os motivos que não permitiram uma maior produção, destaca-se principalmente as condições climáticas que foram desfavoráveis em algumas regiões do país nessa safra (CONAB, 2020).

Dentro da cultura do milho, uma das práticas que muito se discute é quanto à adubação nitrogenada, sendo o nitrogênio (N) considerado o nutriente requerido em maior quantidade pela planta. Isso se deve pela diversidade de funções químicas e biológicas que este desempenha, tais como ser constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (GROSS et al., 2006).

A adubação nitrogenada é um dos fatores de grande relevância na cultura do milho, visto que seu manejo é complexo e representa grande parte do custo de produção. Pode ser salientado ainda o risco ambiental que esta pode oferecer se realizada de maneira inadequada (SOUSA E LOBATO, 2004).

Uma característica importante do nitrogênio, é que este é o nutriente com maiores perdas, que podem ocorrer por lixiviação, escoamento superficial, erosão, volatilização da amônia e desnitrificação, e uma das formas de minimizar estas perdas é pelo manejo de aplicação e a fonte de N utilizada (SOUSA & LOBATO, 2004).

No Tocantins, a cultura do milho vem ganhando espaço e aumentando sua participação na economia, no entanto, quando se trata de adubação nitrogenada percebe-se que o estado possui um clima bastante propício a uma das principais formas de perdas de nitrogênio, que é a volatilização. Sendo a temperatura, aliada a baixa tecnificação por parte dos produtores, um dos fatores que contribui para as baixas produtividades da região Norte. (CANCELIER et al., 2011).

As práticas de parcelamento e sobretudo a fonte a ser aplicada são de extrema importância, pois trata-se dos mecanismos que podem reduzir tais perdas, o que acarretará diretamente na produtividade (OKUMURA, 2011).

A ureia é a fonte nitrogenada mais utilizada nas regiões de cerrado, isso por apresentar mais facilidade na aplicação e pelo custo do N ser mais baixo, no entanto pode acarretar grandes perdas (RECH,2013).

Desta maneira é crucial que para se fazer a prática de adubação, é preciso responder questionamentos como: qual nutriente está deficiente; a quantidade necessária, época em que deve ser fornecido, maneira como tem que ser aplicado, aspecto econômico e sobretudo qual o efeito na qualidade do produto e do ambiente (MALAVOLTA, 1987 apud FAQUIN, 2005).

Sabendo-se destes preceitos e também das novas tecnologias disponíveis atualmente no mercado, onde se oferecem fertilizantes nitrogenados recobertos por polímeros ou outros tratamentos que reduzem as perdas, é notório que a busca pela utilização destas fontes de N é crescente, no entanto é preciso uma melhor compreensão quanto ao comportamento das diferentes fontes disponíveis e sua influência na produtividade da cultura.

Observa-se que estudos demonstrando tais resultados na região norte do Tocantins são ‘escassos e assim necessários, para que se tenha um direcionamento quanto a fonte a utilizar, tanto do ponto de vista econômico, como também ambiental, uma vez que se escolhendo uma fonte que evite perdas e ainda se consiga verificar até que nível a cultura do milho responde, é possível evitar dosagens muito altas, que além de não serem viáveis podem vir a causar danos ao solo.

Os benefícios são obtidos pela capacidade que estas fontes nitrogenadas têm de fazer a liberação de N de forma gradual do nutriente, com isso a planta consegue aproveitar melhor o nutriente aplicado (QUEIROZ et al. 2011). Neste contexto o presente trabalho buscou avaliar a produtividade do milho submetido à adubação nitrogenada com três fontes diferentes de N, e cinco diferentes níveis, para assim se verificar qual fonte oferece melhor desempenho na produtividade da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do milho

2.1.1. Histórico da cultura

Trata-se de uma planta que tem seus primeiros registros de cultivo datados de cerca de 7.300 anos, sendo o mesmo inicialmente cultivado em pequenas ilhas próximas ao litoral mexicano. A cultura se propagou rapidamente pelo país e foi no sudoeste do México que foi domesticado, tendo sido posteriormente difundido para outras regiões tropicais da América e América do sul (MAGALHÃES et al., 2002; EMBRAPA, 2008).

No Brasil o milho já era cultivado pelos índios antes mesmo da chegada dos portugueses. O cereal fazia parte da dieta desse povo, sobretudo os índios guaranis, que o tinham como principal ingrediente de sua dieta. Com a chegada dos portugueses houve o aumento no consumo, visto que novos hábitos alimentares foram incorporados na alimentação do povo tupiniquim. Acredita-se que foi com as grandes navegações do século XVI que o milho foi então difundido para outras partes do mundo (EMBRAPA, 2008).

É uma cultura que nas últimas décadas tem sofrido diversas modificações, que tiveram por objetivo melhorar a qualidade do produto, aliado a um maior potencial produtivo, seja pelos processos de melhoramento genético ou por meio de novas técnicas de manejo (BARROS E CALADO, 2014).

A introdução de novas variedades resistentes tanto ao ataque de pragas ou mais adaptadas as diferentes condições edafoclimáticas tem sido de grande importância no processo de avanço da cultura em todo o país. Estas novas cultivares permitem ainda, um melhor aproveitamento dos nutrientes aplicados, tais fatores aliados as novas práticas permitem ao agricultor uma maior produção com um menor custo (BARROS E CALADO, 2014).

2.1.2. Características morfológicas

O milho (*Zea mays*) pertence à família Poaceae, espécie monóica, classificada como planta C-4, cespitosa, caule tipo colmo, ereto, compacto com nós,

são curtos e emitem raízes adventícias, possuindo de 12 a 20 folhas. As raízes são denominadas fasciculadas, as flores masculinas estão dispostas na parte extrema superior formando a panícula, as femininas desenvolvem-se no terço médio da planta, nas axilas das folhas, agrupadas na espiga, fruto do tipo cariopse, folhas divididas em bainha e limbo, polinização pelo vento (anemofília) (BARROS E CALADO,2014).

2.2.Importância econômica do cultivo de milho

Sendo a segunda maior área semeada com destinação a produção de grãos, o milho desempenha papel de grande relevância na economia nacional. Sendo uma cultura que está disseminada em todas as regiões do país, é uma das culturas com maiores produtividades por unidade de área, sendo sua produção destinada a alimentação humana e animal (ZANOVELLO et al.,2019).

O país plantou na safra 2019/2020 uma área de 18,52 milhões de hectares, um aumento na área de 5,9% em relação à safra anterior. Foi obtida nesta safra, uma produtividade de 5.533 kg. ha⁻¹, tendo sido produzido um total de 102,5 milhões de toneladas neste ano agrícola. O consumo interno é estimado em cerca de 68,6 milhões de toneladas, o que faz com que o excedente da produção seja direcionado a exportação, havendo o embarque na ordem de 34,5 milhões de toneladas do grão, valor recorde para a atividade no país (CONAB,2020).

Nas exportações da safra de 2019/20, espera-se que tenha uma redução na exportação em relação ao ano anterior. O consumo interno brasileiro teve uma leve alta em relação ao ciclo anterior, impulsionado principalmente pelo maior consumo do cereal na alimentação animal e a utilização para produção de etanol em algumas plantas do setor sucroalcooleiro (CONAB,2020; NOVACANA,2020).

No estado do Tocantins este cereal também vem se destacando, tendo produzido no último ano agrícola um volume de 1,47 milhão de tonelada, um aumento de 24% em relação à safra anterior, o aumento na produção se deu devido a expansão da área plantada que teve um aumento de 17,9% e alcançou a casa de 282,3 mil hectares (CONAB,2020). De acordo a secretária da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Tocantins - Seagro (2020), esse aumento pode ser explicado por um conjunto de fatores, dos quais podem ser citados o clima favorável, uso de tecnologias de ponta e maior investimento, devido ao preço mais atrativo do milho.

A importância econômica deste cereal se caracteriza sobretudo pela grande diversidade em sua utilização, sendo utilizado desde a alimentação humana e seu uso na indústria de alta tecnologia, no Brasil utiliza-se cerca de 60 -80% do cereal para a alimentação animal (BORTOLINI E GHELLER,2012).

2.3. As perdas do nitrogênio

A adubação é considerada um dos maiores custos da lavoura de milho, tal situação ocorre devido ao alto custo dos fertilizantes, dentre eles, os fertilizantes nitrogenados representam o maior custo da adubação do milho devido as grandes dosagens que são exigidas (EMBRAPA,2019).

Extremamente responsivo a adubação nitrogenada, o milho expressa um significativo aumento de produtividade quando se faz adubação nitrogenada, independente da fonte de N aplicada, umas fontes demonstram maior aumento outras menos, no entanto é visível que com o incremento de N, há de fato significativo aumento na produtividade (QUEIROZ et al., 2011).

O nitrogênio, é desta forma o nutriente requerido em maior quantidade pela planta, e mesmo que na atmosfera se tenha em torno de 79% deste nutriente, ele se encontra na forma gasosa (N_2) e não é assimilável pela planta, necessitando ser assim convertido para uma forma assimilável. Este processo pode ser natural, obtido principalmente por bactérias que em simbiose com leguminosas fixam N ao solo. Outra forma é o processo industrial que capta este N da atmosfera e o transforma em amônio e posteriormente é convertido em ureia ou sulfato de amônio (FAQUIN, 2005).

Absorvido nas formas minerais NH_4^+ e NO_3^- , o N ao ser adicionado no solo irá reagir com a solução do solo até chegar a uma forma mineral assimilável pelas plantas. Portanto é também preciso observar no que se refere a fonte, é o tipo de N mineral que esta irá dar origem, visto que a forma NH_4^+ , é tóxica a planta e necessita de uma transformação pela mesma, o que significa perda de energia por esta (FAQUIN,2005).

Baseando-se nisto, cabe ressaltar que a adubação com N retrata também um dos pontos que devem ser considerados no manejo, visto que este nutriente tem um comportamento bastante complexo, e oferece riscos que podem significar grandes prejuízos. Tais riscos são advindos das altas perdas de N que podem acontecer, influenciadas pelas épocas de aplicação, tipo de fertilizante nitrogenado aplicado e,

sobretudo, pelos veranicos que podem ocorrer após aplicação (SOUSA E LOBATO, 2004).

A Fonte de nitrogênio utilizada pode ainda influenciar no seu aproveitamento pela planta, o que irá influenciar diretamente no rendimento da cultura. A aplicação de ureia à lanço nas regiões de cerrado é comum devido a maior facilidade de aplicação e menor custo desta, por se tratar de produto mais concentrado, mas esta fonte tem se mostrado como sendo uma das que maiores perdas apresentam quando se tem longos períodos de veranicos após a aplicação (SOUSA E LOBATO, 2004; QUEIROZ et al., 2011).

Com a necessidade advinda das extensas áreas de produção e, sobretudo da necessidade de se minimizar os efeitos nocivos das fontes altamente solúveis utilizadas, a busca por fontes que ofereçam melhor rendimento operacional e menores perdas de N é algo que deve ser considerado (QUEIROZ et al., 2011).

As perdas de N são fatores extremamente importantes no manejo da adubação nitrogenada visto que estas podem vir de diversas formas, sendo as principais do ponto de vista agrônomo, a volatilização e a lixiviação. A lixiviação trata-se da descida no perfil do solo do nitrato juntamente com a água, estes nitratos se movem no perfil de forma praticamente livre (SOUSA E LOBATO, 2004).

Segundo Sousa e Lobato (2004), uma mesma quantidade de chuva pode provocar quatro vezes mais perdas por lixiviação de NO_3^- em um solo arenoso e seis vezes mais em um solo franco do que em um solo argiloso.

A volatilização por sua vez também acarreta grandes perdas, sobretudo em áreas que passem por longos períodos de veranicos após a aplicação de N. A ureia é a fonte que mais apresenta perdas, principalmente quando aplicada sobre a superfície do solo, onde podem ocorrer até 70% de perdas de N (SOUSA E LOBATO, 2004).

Tal fato é bastante curioso devido a ureia ser atualmente a fonte mais utilizada na cultura do milho, a facilidade de aplicação e o menor custo por quilograma de N são características que influenciam o produtor a utilizar esta fonte em suas lavouras, no entanto esta economia se contrasta com as perdas que esta fonte pode apresentar diante de situações de climas adverso (FRAZÃO et al., 2014).

A escolha correta da fonte influencia em diversos fatores, além do custo como já visto, pode ainda influenciar no comportamento da química do solo, visto que as fontes nitrogenadas influenciam também no pH do solo, o que irá interferir no melhor aproveitamento de nutrientes (SCHIAVINATTI et al., 2011).

Com a necessidade de se produzir de forma sustentável cada dia mais, diversas empresas se propuseram a desenvolver tecnologias que propiciassem um melhor aproveitamento do N aplicado, a fim de contribuir com a economia do produtor e reduzir prejuízos ambientais causados por doses excessivas de N, que em muitos casos ocorrem na tentativa de suprir as perdas sofridas pela volatilização e lixiviação (MOTA et al.,2015).

Alguns destes produtos atuam inibindo o processo de urease no solo. Sendo esta, caracterizada pela atuação de enzimas que aceleram os processos de volatilização do N para a atmosfera. Foi nesse sentido que surgiram alguns compostos químicos que possuem propriedades de inibir esta reação (YAMADA; ABDALA;VITTI, 2007).

Considerando-se que a região possui um clima tropical Aw, segundo Köppen-Geiger, é de grande relevância entender o comportamento destas fontes nitrogenadas que visam minimizar as perdas, seja pela lixiviação ou volatilização do N aplicado.

2.4.As fontes de fertilizantes nitrogenados

2.5.Ureia convencional

A ureia trata-se de um composto nitrogenado sólido, apresenta-se em forma de grânulos brancos na forma amídica. É a fonte de nitrogênio mais utilizada no mundo, principalmente por possuir um custo mais baixo por unidade de N aplicado, sua alta solubilidade em água e ainda por proporcionar uma boa assimilação pelas plantas, dos produtos gerados pela hidrólise (MAÇÃS,2009; STAFANATO, 2009).

Trata-se do fertilizante mais utilizado no mundo, onde cerca de 90% de toda ureia produzida no mundo, é destinada a utilização como fertilizante. Sua produção a partir da amônia e do gás carbônico, onde são produzidos em uma mesma unidade industrial possibilita um menor custo de produção em relação a outras fontes nitrogenadas. O fato de possuir uma concentração maior, que gira em torno de 45% de N, traz benefício em relação ao custo no transporte e estocagem por unidade de N, sendo estes os principais motivos que fazem com que seja a fonte mais utilizada (RODRIGUES,2013;FRAZÃO et al.,2014).

Apesar de apresentar vantagem econômica em relação a outras fontes de nitrogênio, a ureia convencional tem algumas desvantagens que devem ser consideradas na hora da aplicação, tais cuidados devem ser observados pelo fato desta apresentar elevados índices de perdas por volatilização de amônia, lixiviação de nitrato e desnitrificação, sendo as perdas por volatilização aumentadas quando aplicadas em cobertura sem incorporação (PRIMAVESI et al.,2004; TASCA et al.,2011).

2.6.Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada

Nas últimas décadas tem surgido diferentes fertilizantes que utilizam tecnologia que visam melhorar a eficiência. Produtos desenvolvidos para regular a velocidade de disponibilização do nitrogênio no solo, bem como os que utilizam inibidores para evitar a ação da enzima urease, tem sido alternativa para melhorar a eficiência da adubação nitrogenada. Diferentes são as formas, podendo estes adubos serem recobertos com diferentes polímeros, sendo os NBPT (N-(n-butil) triamidatofosfórica) os que têm apresentado os melhores resultados na diminuição da volatilização de amônia (RECH,2013; FRAZÃO et al.,2014).

Considerando abordagens de autores como Malavolta (2007) apud Yamada (2007), nota-se que já são amplamente utilizados, produtos que propiciem um maior aproveitamento do N aplicado, uma vez que estes promovem a inibição de processos como uréase e outros mecanismos que provocam perdas de N.

Um exemplo relacionado a este tipo de tecnologia, é o produto Nitro Mais®, feito à base de ureia (44% N), tratada com 0,4% de B (ácido bórico) e 0,15% de Cu (Sulfato de cobre), sendo que este tem minimizado a volatilização de amônia em até 80% no sexto dia após a aplicação (MALAVOLTA 2007 apud YAMADA, 2007).

Outra fonte de N que utiliza polímeros para o controle das perdas é a Ureia Nitro Gold®, que possui 37% de N e 16% de enxofre(S) que atua principalmente pela proteção contra a entrada de água que o polímero de enxofre elementar oferece quando presentes no recobrimento dos grânulos (RECH,2013).

Dentro dessa temática, os fertilizantes de eficiência aumentada podem ser classificados de duas maneiras, os estabilizados e os de liberação controlada ou liberação lenta. Os primeiros são comumente solúveis em água e recobertos por aditivos com capacidade de provocar alterações ou inibir processos microbianos e

enzimáticos do solo, para recobrimento da ureia convencional, os aditivos químicos hidroquinona, cobre, boro e enxofre são considerados como principais moléculas utilizadas na estabilização do N. Tal estabilização se dá por meio da inibição da urease (SCIVITTARO et al., 2018).

Já os fertilizantes de liberação controlada, trata-se de fertilizantes convencionais recobertas por polímeros orgânicos termoplásticos ou resinas, podendo ainda utilizar materiais como o enxofre elementar. Tais produtos devem possibilitar a liberação do nutriente no solo de maneira sincronizada com a demanda das culturas, evitando, desta maneira, concentrações elevadas de N no solo e minimizando a formação de óxido nitroso (N_2O) (TIMILSENA et al., 2015 apud SCIVITTARO et al., 2018).

Com o notável aumento de utilização de tecnologia para produção em grandes extensões de área, faz-se necessário a busca por fontes de N que se permitam ser aplicadas a lanço e que promovam um melhor rendimento operacional, bem como maior segurança a intempéries climáticas de curto prazo, minimizando as perdas deste nutriente e potencializando os ganhos de produtividade (QUEIROZ et al., 2011).

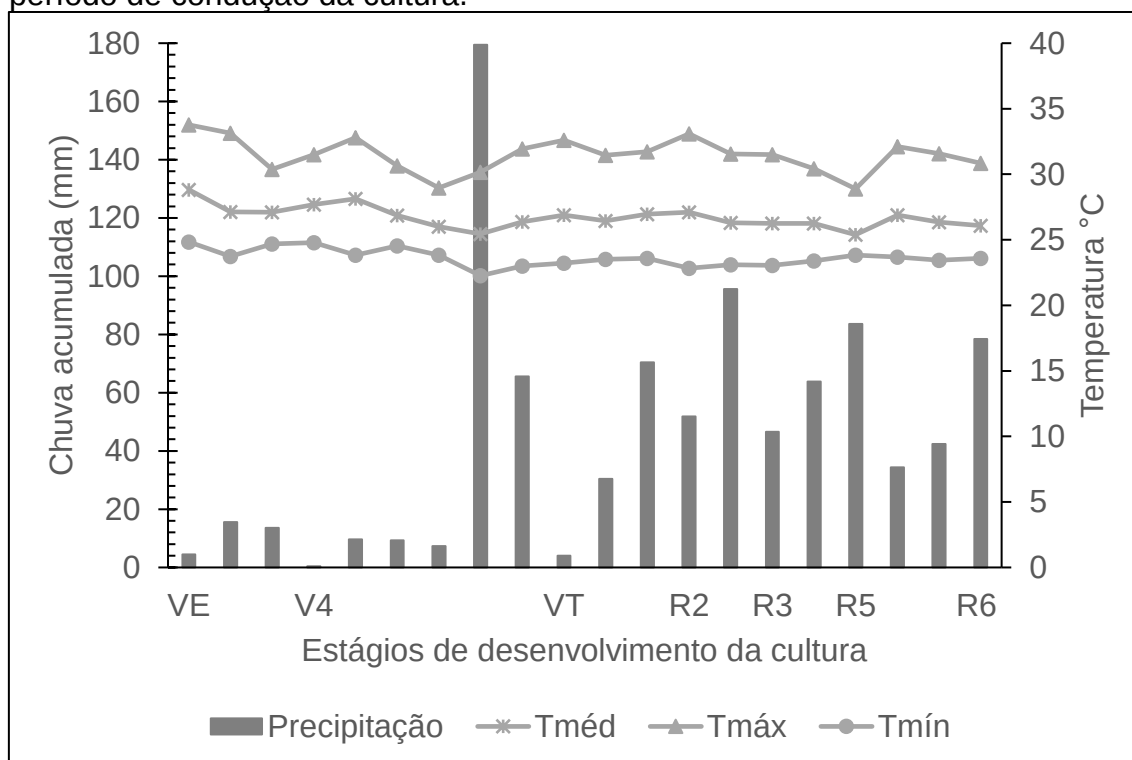
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, Povoado Santa Tereza S/N, Araguatins, Tocantins, Brasil, no ano agrícola 2019/2020, sendo a cultura anterior, o girassol, tendo esta área já sido corrigida anteriormente.

O clima característico da região, de acordo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, caracterizado por um clima tropical com estação seca no Inverno (ROLDÃO,2020). A localização apresenta precipitação média anual de 1500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 117 m (INMET, 2020). Todos os dados referentes ao comportamento climático do local no período do experimento podem ser vistos no gráfico 1. Tendo este, sido construído de maneira que cada barra representa um intervalo de cinco dias.

Gráfico 1- Dados de temperaturas médias e precipitação pluviométrica durante o período de condução da cultura.



Fonte: INMET,2020.

Foi realizada previamente na área experimental, a análise química e física do solo, conforme orientação do Manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (1999), na profundidade de 0-20, podendo os resultados serem observados na tabela 1 e tabela 2.

Tabela 1- Resultado de análise química do solo.

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V	M.O.
		mg/dm ³		cmol _c /dm ³					%	
0-20	5,60	0,94	164	7,90	7,41	0,00	3,80	19,54	80,56	2,75

Fonte: Laboratório MB Agroanálises (2019).

Tabela 2- Resultado de análise física do solo.

Profundidade (cm)	AREIA	ARGILA	SILTE
	%		
0-20	36,30	22,70	41,00

Fonte: Laboratório MB Agroanálises (2019).

3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC), onde as parcelas experimentais foram constituídas de 5 linhas de 4 metros de comprimento e espaçamento de 80 cm entre linhas e um total de 5 sementes por metro linear, considerando como área útil as 3 linhas centrais, desprezando 0,5 m de cada lateral.

Os tratamentos utilizados foram determinados em um fatorial 3 x 5 +1, referentes a três fontes e cinco níveis de nitrogênio a serem aplicados em cobertura, mais um tratamento adicional sem aplicação de nitrogênio em cobertura como testemunha, tendo o experimento sido realizado em três repetições, constituindo um total de 48 parcelas.

As fontes de nitrogênio utilizadas para adubação de cobertura foram, a ureia convencional (46% de N), ureia Nitro Mais® (44,6% de N) e ureia Nitro Gold® (37% de N). Os níveis de nitrogênio aplicados (em kg. ha⁻¹) foram: 40; 80; 120; 160 e 200. O delineamento utilizado foi baseado em experimento semelhante realizado por QUEIROZ et al. (2011). Os tratamentos realizados foram efetuados conforme representação mostrada na Tabela 3.

Tabela 3- Tratamentos realizados

Identificação do Tratamento	Nível de N a ser aplicado (Kg)	Fonte
T0	TESTEMUNHA (0 Kg de N)	
T1	D1(40)	F1(UC)
T2	D1(40)	F2(N ⁺)
T3	D1(40)	F3(NG)
T4	D2(80)	F1(UC)
T5	D2(80)	F2(N ⁺)
T6	D2(80)	F3(NG)
T7	D3(120)	F1(UC)
T8	D3(120)	F2(N ⁺)
T9	D3(120)	F3(NG)
T10	D4(160)	F1(UC)
T11	D4(160)	F2(N ⁺)
T12	D4(160)	F3(NG)
T13	D5(200)	F1(UC)
T14	D5(200)	F2(N ⁺)
T15	D5(200)	F3(NG)

Onde: UC é ureia convencional; N⁺, é ureia nitro mais®; NG é ureia Nitro Gold®.

3.3. Condução do experimento

A adubação de plantio consistiu na aplicação de 30 kg de N. ha⁻¹, 120 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 60 kg de K₂O.ha⁻¹, utilizando-se como fontes respectivamente, o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, tendo sido feito a recomendação baseando-se no resultado da análise de solo e as tabelas de interpretações sugeridas por Sousa e Lobato (2004). Esta adubação foi realizada de forma manual, com a abertura do sulco de plantio, com aplicação e cobertura do adubo, visando evitar o contato do adubo com as sementes.

A semeadura foi realizada no dia 30 de novembro de 2019 e realizada de forma manual. As sementes foram distribuídas em uma profundidade de 4 cm, visto que a textura do solo que era argilosa. Semeou-se o híbrido FS512 PWU, sendo este um material que possui a tecnologia Roundup Ready®, onde as plantas de milho produzem uma proteína EPSPS resistente a ação do Glifosato, desta maneira assegura o funcionamento contínuo da via de síntese de aminoácidos, ainda que na presença do herbicida em questão (MONSANTO, 2004).

As sementes utilizadas passaram por tratamento químico conforme observado na tabela 4. Tratamento este que visa assegurar a sanidade das sementes e plântulas em emergência, possibilitando seu desenvolvimento inicial de forma uniforme e protegidas da ação de patógenos. Tendo este tratamento sido feito pelo próprio distribuidor das sementes.

Tabela 4-Tratamento das sementes

Ingrediente ativo	Dosagem do P.C. (por 100 kg de semente)
Metalaxil-M - 20 g/L (fungicida)	150 MI
Tiabendazol - 150 g/L (fungicida)	
Fludioxonil – 25 g/L (fungicida)	
Pirimifós Metílico – 500 g/L (inseticida)	1,6 MI
Deltametrina – 25 g/L (inseticida)	8 MI

Fonte: FORSEED SEMENTES (2019).

Foi realizada adubação de cobertura com 50 kg.ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte o KCL (58,8%), de acordo a recomendação de Sousa e Lobato(2004), com uma expectativa de produtividade de 12000 kg de grãos por hectare.

Por se tratar de material geneticamente modificado, foi também necessária a implantação de área de refúgio (área correspondente a 10% da área plantada com material resistente) em bloco lateral. A adubação de plantio desta área foi realizada da mesma forma (manual) que foi realizada nas parcelas experimentais, bem como o plantio e demais tratos culturais, com exceção da adubação nitrogenada de cobertura.

Os tratos culturais foram realizados com a utilização de herbicida pós-emergente, tendo sido utilizado o princípio ativo Sal de Di-amônio de Glifosato, na concentração de 577,0 g.L⁻¹ (480 g.L⁻¹ equivalente ácido), (ROUNDUP,2020). A aplicação foi feita quando as plantas se encontravam no estágio V4, sendo aplicado na concentração de 1%, com o auxílio de pulverizador costal manual de 20 L.

3.4. Características avaliadas

Para se avaliar a influência de determinado nutriente sobre a produtividade de milho é uma tarefa que deve observar características específicas, que possuem influência direta ou que podem interferir de maneira significativa sobre a produtividade. Autores como Caires e Milla (2016), mostraram em trabalho realizado com níveis de

nitrogênio, que a falta ou um incremento do nutriente interfere de maneira significativa sobre características como a massa de mil grãos, o número de grãos por fileira.

De Souza et al. (2014), coloca a característica número de grãos por planta, como sendo um parâmetro de extrema importância na análise de produtividade, onde estes mesmos autores colocam a massa total de grãos por planta como fator a ser considerado. Afirmam ainda que o diâmetro do colmo também detém fator relevante para análise de produtividade. Desta maneira avaliar a produtividade é analisar um conjunto de fatores que possuem correlação com entre si, não podendo, portanto, serem analisados de maneira isolada.

3.4.1. Peso da espiga com palha

Para avaliar a característica do peso da espiga com palha, foi utilizado uma balança de precisão, onde se pesou seis espigas colhidas ao acaso e tirada a média de peso de cada parcela. Tendo sido utilizado a grama (g) como unidade de aferição.

3.4.2. Peso da espiga sem palha

Feito a partir da remoção de toda a palha que envolve a espiga e posterior pesagem da espiga em balança de precisão, utilizou-se as mesmas seis espigas que foram utilizadas para compor a média da característica anterior. Tendo sido utilizado a grama (g) como unidade de aferição

3.4.3. Diâmetro do colmo

Realizado a partir da utilização de paquímetro manual, onde se fez a mensuração do diâmetro no segundo internódio a partir da base, seguindo o sentido de emissão de folhas dos colmos. Tendo as plantas sido tomadas ao acaso dentro da área útil da parcela, seguindo mesmos procedimentos feitos por Zucareli et al, (2019). Que realizou trabalho semelhante com níveis de nitrogênio e densidade de plantio. Para realização da aferição das medidas, utilizou-se o centímetro(cm) como unidade de medida.

3.4.4. Número de grãos por espiga

Obtido através da contagem dos grãos das seis espigas escolhidas ao acaso em cada parcela e feito a média para a esta.

3.4.5. Massa de mil grãos

Este procedimento foi realizado com a contagem de 1000 grãos por parcela, e posterior pesagem destes em balança de precisão. Posteriormente procedeu-se com a determinação do grau de umidade. Onde obedeceu-se aos procedimentos preconizados por BRASIL (2009). Pesou-se o recipiente com tampa sem as sementes em balança de precisão com três casas decimais. Posteriormente se pesou o recipiente com a amostra de grãos e em seguida foram levadas a estufa a 105° por um período de 24 horas. O peso da amostra foi suficiente para se obter uma boa distribuição no recipiente, não deixando que fosse ultrapassado 0,3 g/cm².

Tendo se passado as 24 horas, os recipientes foram novamente pesados para posterior cálculo do grau de umidade, o qual foi realizado utilizando-se a seguinte equação matemática:

$$\% \text{ de umidade } (U) = 100 \times \frac{(P - p)}{P - t}$$

Para tanto, considera-se P = o peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida; p = o peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca; t = a tara, peso do recipiente com sua tampa (BRASIL,2009).

Após a obtenção do teor de umidade dos grãos foi realizado o ajuste para os mil grãos contados inicialmente e calculado a massa destes considerando a umidade de 15%. A unidade de peso utilizada foi a grama (g).

3.4.6. Produtividade.

Para a obtenção dos valores relativos a este parâmetro avaliado, foi utilizado os valores de massa de grãos das seis espigas colhidas ao acaso e corrigidos para 15% de umidade e posteriormente se calculou o peso médio de grãos da espiga por parcela experimental. De posse dessa informação os valores foram extrapolados para 1 hectare, considerando-se como estande final um total de plantas de 57500 plantas por hectare, visto as falhas que se observa no plantio e pelas plantas que não emergem. Sendo a unidade de peso utilizada, o kg.ha⁻¹.

3.4.7. Análise estatística

Os dados coletados no decorrer do trabalho foram submetidos à análise de variância. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas entre si pelo teste de Scott&Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os dados relativos aos fatores quantitativos foram também submetidos à análise de variância da regressão polinomial. Os testes estatísticos foram realizados utilizando o programa AgroEstart versão 1.1.0.712 (BARBOSA E MALDONADO, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as características PECP, PESP, NGPE, DC, MMG e PROD pode ser observada na tabela 5.

No que se refere a interação entre fonte e níveis de nitrogênio aplicados, não se observou diferença significativa ($p < 0,05$). Também não foi observado diferença significativa para as fontes utilizadas ($p < 0,05$). Resultado semelhante foi observado por Kappes et al. (2013), que avaliaram fontes de nitrogênio em cobertura no milho safrinha em sistema de semeadura direta após a soja, puderam observar que não houve diferença significativa quando avaliou as mesmas fontes de nitrogênio utilizadas neste experimento. Queiroz et al. (2011), avaliando outras fontes de N também não constatou diferença significativa entre elas.

Foi possível verificar que houve diferença significativa para as características PECP ($P < 0,01$), PESP, NGPE, DC e PROD ($P < 0,05$) em relação aos níveis de N aplicado (Tabela 5).

Em experimento realizado por Caires e Milla (2016), foi observado diferença significativa para características produtivas quando submetidos a diferentes níveis de nitrogênio, resultado este que também foi observado neste experimento.

A característica MMG não apresentou diferença significativa para nenhum dos parâmetros avaliados (Tabela 5), quando se analisou os níveis de N aplicados. No entanto é possível observar, que o tratamento adicional apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos níveis, tendo se mostrado inferior a todos os níveis de aplicados. Tal diferença pode ser explicada pelo fato de o N ser o nutriente requerido em maior quantidade pela planta, e ainda que de maneira sensível, sua falta pode ser expressa em menores valores de MMG (GOTT, 2014).

Tabela 5-Resumo da análise de variância (ANAVA) para as características PECP, PESP, DC, NGPE, MMG, PROD.

Fonte de variação	GL	QM					
		PECP	PESP	DC	NGPE	MMG	PROD
Fonte de N	2	193,4818 ^{ns}	154,0818 ^{ns}	0,0161 ^{ns}	15,3338 ^{ns}	316,4231 ^{ns}	6998,9108 ^{ns}
Níveis de N	4	964,1032**	664,8694*	0,0340*	2323,7579*	258,8130 ^{ns}	1891742,5977*
interação Fonte x Níveis	8	700,8572 ^{ns}	508,1339 ^{ns}	0,0119 ^{ns}	2156,0108 ^{ns}	218,0899 ^{ns}	794639,8375 ^{ns}
Fatorial	14	703,5882**	502,3366*	0,0188 ^{ns}	1898,1276*	243,7727 ^{ns}	995577,6366 ^{ns}
Adicional x fatorial	1	5509,3603**	4672,4487**	0,1379**	6608,5894**	1298,8722*	3438710,1445*
Tratamentos	15	1023,9730**	780,3441**	0,0267*	2212,1584**	314,1126 ^{ns}	1158453,1372 ^{ns}
Repetição	2	57,1567 ^{ns}	66,0019 ^{ns}	0,0257 ^{ns}	372,3360 ^{ns}	292,7604 ^{ns}	31767,2030 ^{ns}
Resíduo	30	228,7213	232,0802	0,0115	816,2936	245,8241	647709,9869
TOTAL	47						
CV (%)		4,6078	5,0501	4,2874	5,2648945	4,444637	8,8735595

*significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. **significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo teste F a 5%.

A análise das médias de PECP, PESP, NGPE, DC e PROD para cada parâmetro avaliado pode ser observado na tabela 6. A determinação dos parâmetros produtivos da cultura são de fundamental relevância visto que o uso de fertilizantes reflete de forma direta na produtividade de grãos. Erisman, et al (2008); FAO (2013); IFDC, (2002) apud Roquetti Filho, (2014), apontam que o uso de fertilizantes é responsável por cerca de 50% do suprimento de alimentos no mundo. Onde 1 kg de fertilizante seria o equivalente a uma produtividade (Kg. ha^{-1}) em torno de três vezes superior as áreas sem uso de fertilizantes.

Segundo De Sousa et al. (2014), os componentes de rendimento e características morfológicas possuem correlação direta com a produtividade de grãos, sendo esta variável, um resultado complexo de um conjunto de variáveis, podendo assim, a produtividade ser afetada por qualquer uma das variáveis analisadas neste trabalho.

No fator fonte de N, apesar de não ter havido diferença significativa, observa-se nas características PECP, PESP e PROD um aumento numérico em função do maior nível de N aplicado (Tabela 6).

É importante ressaltar, que a distribuição regular de chuvas após a aplicação, possui grande potencial de amenizar as perdas de N. Sendo estas perdas potencializadas em momento de instabilidade e ausência de precipitação, podendo desta maneira prejudicar a eficiência agrônômica das fontes nitrogenadas (KAPPES et al., 2013).

De maneira que deve se analisar que neste experimento, nos dias posteriores a aplicação do nitrogênio em cobertura, houve precipitação logo após a aplicação, bem como também nos dias posteriores a mesma, sendo que isso pode ter sido um dos fatores que pode ter colaborado para que as fontes não tenham tido diferenças entre si. Sendo que diferentes fatores podem ter colaborado para estes resultados, desde o tipo de solo até mesmo o material genético utilizado.

Conforme pode ser observado na tabela 6, quando se analisa a comparação de médias para o fator nível de N aplicado, percebe-se que em todas as características avaliadas, o tratamento adicional (sem aplicação de N) se mostrou inferior, tornando claro a importância do manejo da adubação nitrogenada para obtenção de bons rendimentos.

Na característica PECP, apesar de não terem diferido estatisticamente entre si (Tabela 6), os níveis de 120, 160 e 200 kg.ha^{-1} , se mostraram superiores aos

níveis de 40 e 80 e do tratamento adicional. Sendo o nível de 200 kg.ha⁻¹ o que obteve o maior valor para PECP dentre os níveis de N aplicados, com um valor de 340,24 g.

Em relação a característica PESP, há um comportamento semelhante em relação ao PECP, onde os níveis de 120,160 e 200 kg.ha⁻¹ se mostraram superiores aos de 0,40 e 80 kg.ha⁻¹ (Tabela 6).

Analisando os efeitos de nitrogênio e de fósforo no município de Areia, microrregião do Brejo paraibano, Lucena et al. (2000) também observou resultado semelhante, onde foi observado aumento do peso das espigas a partir da aplicação de 40 kg de nitrogênio. Tendo neste trabalho sido observado que 111,1 kg.ha⁻¹ seria a quantidade de N aplicada a mostrar os melhores resultados.

A característica DC não se mostrou tão influenciada pelo nível de nitrogênio aplicado, onde apenas as plantas que não receberam N e as que receberam 40 Kg foram inferiores, os demais níveis de N aplicados não se diferenciaram estatisticamente, apresentando valores de DC semelhantes (Tabela 6). Estes resultados vão de encontro aos encontrados por Valderrama et al. (2014), que também observou este mesmo comportamento em trabalho realizado com níveis e fontes de N.

Quando se avalia a característica de NGPE, é possível notar que os níveis de 120,160 e 200 kg.ha⁻¹ foram iguais estatisticamente, no entanto tiveram desempenho superior em relação aos demais níveis de N aplicado (Tabela 6). Observa-se ainda que o tratamento que não recebeu aplicação de N foi inferior a todos os demais tratamentos.

Para a característica de MMG, o único tratamento que se diferenciou estatisticamente, foi o tratamento adicional. Quanto aos tratamentos que receberam aplicação do nutriente, não se observou diferença estatística entre eles. Os mesmos resultados foram observados por Valderrama et al. (2011), onde avaliando a massa de cem grãos não foi constatada diferença significativa para os tratamentos realizados com doses e fontes de N.

Observando a PROD, é possível verificar que os níveis de 120, 160 e 200 kg.ha⁻¹ foram superiores aos outros níveis de N aplicados. O tratamento adicional (sem aplicação de N) foi inferior a todos os tratamentos que receberam aplicação de N. Resultado similar foi encontrado por Queiroz et al. (2011), que ao analisarem diferentes fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho, perceberam que há uma influência direta do incremento de N sobre a produtividade de grãos .

Para melhor análise do comportamento dos efeitos dos níveis de nitrogênio sobre as características avaliadas, procedeu-se com análise de regressão polinomial, tendo se obtido para as características PECP, PESP, NGPE, DC e PROD, ajuste para regressão linear, conforme pode ser observado na tabela 7.

Tabela 6-Comparação das médias dos efeitos principais para fonte e níveis de nitrogênio das características PECP, PESP, DC, NGPE, MMG e PROD.

Fonte	PECP (g)	PESP (g)	DC 22-01 (cm)	NGPE (N°/espiga)	MMG (g)	PROD (kg.ha ⁻¹)
Ureia comum	327,1333 a	301,2666 a	2,4786 a	545,8820 a	350,1437 a	9114,2740 a
Ureia N+	331,5666 a	303,7222 a	2,5368 a	544,6059 a	359,1371 a	9147,1218 a
Ureia NG	334,2444 a	307,6222 a	2,5338 a	546,6024 a	353,0203 a	9154,9990 a

Níveis de Nitrogênio	PECP	PESP	DC 22-	NGPE	MMG	PROD
0	286,7222 c	263,4444 c	2,2950 c	497,2228 c	332,6104 b	8033,0621 c
40	320,8333 b	295,3518 b	2,4149 b	529,1828 b	347,5058 a	8823,8339 b
80	318,7037 b	294,5555 b	2,5051 a	527,2002 b	350,9977 a	8495,1862 b
120	336,4814 a	307,8703 a	2,5449 a	556,8982 a	355,2194 a	9383,0018 a
160	338,6481 a	311,0740 a	2,5451 a	559,7271 a	354,9351 a	9416,8148 a
200	340,2407 a	312,1666 a	2,5720 a	555,4754 a	361,8440 a	9575,1546 a

Fonte: médias seguidas pela mesma letra minúscula do alfabeto na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott&Knott a 5% de probabilidade.

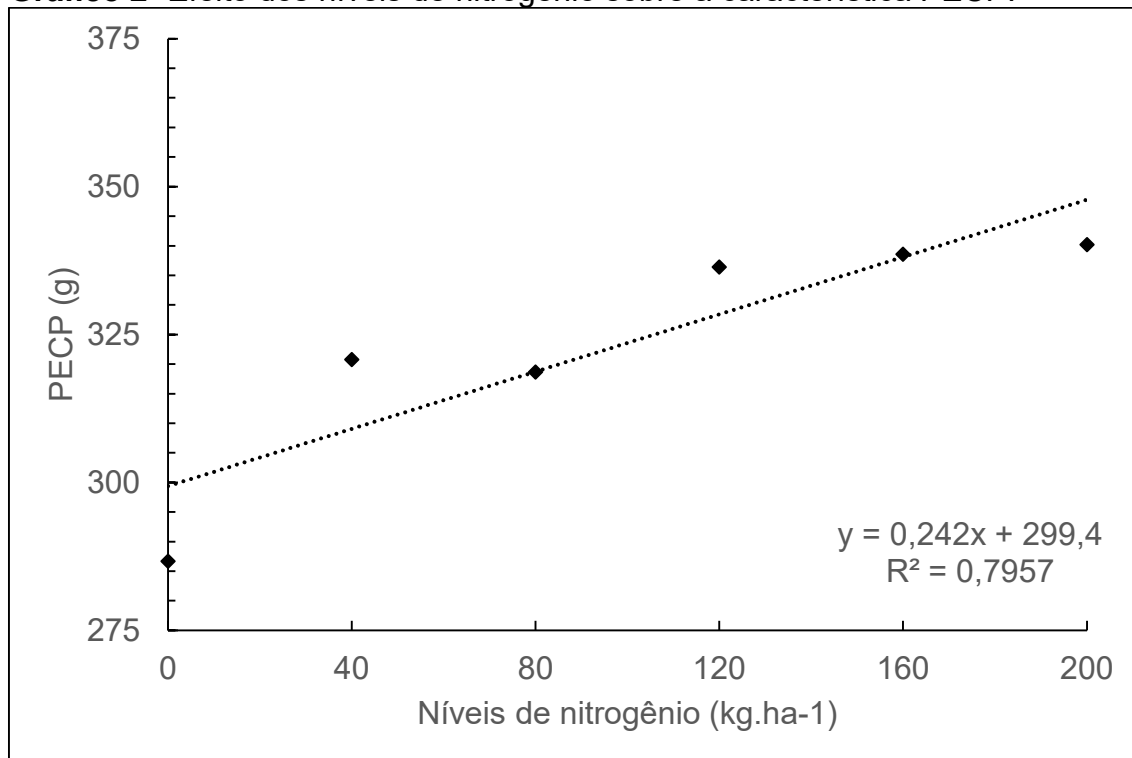
Níveis: médias seguidas pela mesma letra minúscula do alfabeto na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott&Knott a 5% de probabilidade

Tabela 7- Análise de variância para regressão polinomial do efeito dos níveis de nitrogênio aplicado, para as características PECP, PESP, NGPE, MMG e PROD.

Fator de Variação	QM						
	GL	PECP	PESP	DC	NGPE	MMG	PROD
Regressão Linear	1	3107,3862**	2263,3547**	0,1128**	6519,6915**	957,2959ns	5289376,5296**
Regressão quadrática	1	42,8745ns	25,7858ns	0,0177ns	634,1230ns	3,4847ns	9252,8782ns
Regressão cúbica	1	377,5418ns	236,8444ns	0,0053ns	1352,1906ns	37,5978ns	1073093,0064ns
Resíduo	30	228,7213	232,0802	0,0115	816,2936	245,8241	647709,9869

Ao se analisar o comportamento do efeito dos níveis de nitrogênio sobre o peso das espigas (Gráfico 2), é possível observar um aumento linear do PECP a medida que se incrementa N em cobertura. Ressalta-se que as doses de 120, 160 e 200 kg. ha⁻¹ são iguais estatisticamente. No entanto, o peso da espiga que recebeu uma dose de 200 kg teve um peso 18,66% superior ao tratamento adicional que não recebeu qualquer dose de N, sendo, portanto, o nível que obteve o maior valor numérico para a característica PECP. Tais resultados vão de encontro a números encontrados por Freire et al. (2010), onde este verificou um aumento crescente no peso das espigas até o nível de 240 kg.ha⁻¹.

Gráfico 2- Efeito dos níveis de nitrogênio sobre a característica PECP.



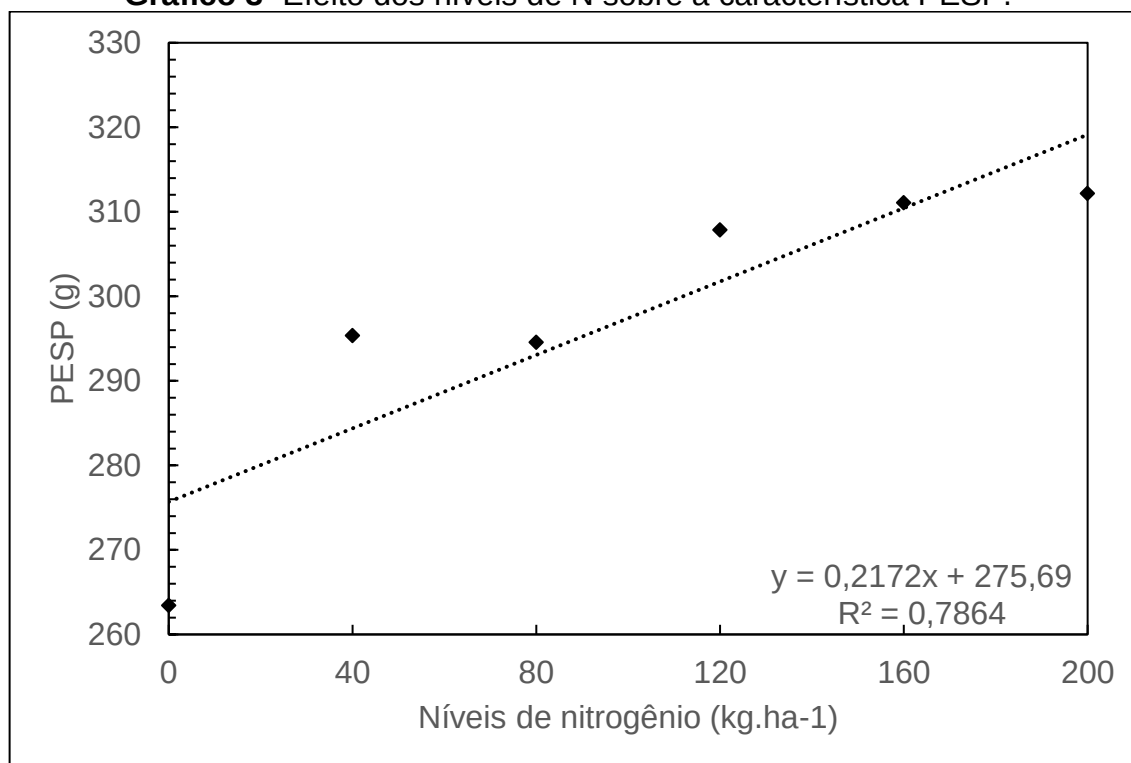
Fonte: Elaborado pelo autor.

A característica de PESP mostrou comportamento similar ao do PECP, onde é possível notar um aumento crescente do peso em função no nível de nitrogênio aplicado (Gráfico 3). Onde o maior valor foi encontrado quando se aplicou 200 kg de N. Ferreira et al. (2001) em trabalho com diferentes níveis de nitrogênio, perceberam que o incremento de N proporcionou maiores valores de PESP, tendo obtido a maior peso para essa característica quando aplicou 197 kg.ha⁻¹.

Estes resultados também são observados por Cardoso et al. (2010), que obtiveram um aumento de até 59% no peso de espigas sem palha com o acréscimo

de adubação nitrogenada. É desta maneira evidenciado o efeito positivo que o N proporciona para o aumento de peso das espigas, independente da finalidade que estas possam ter, seja para produção de milho verde ou para colheita de grãos.

Gráfico 3- Efeito dos níveis de N sobre a característica PESP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

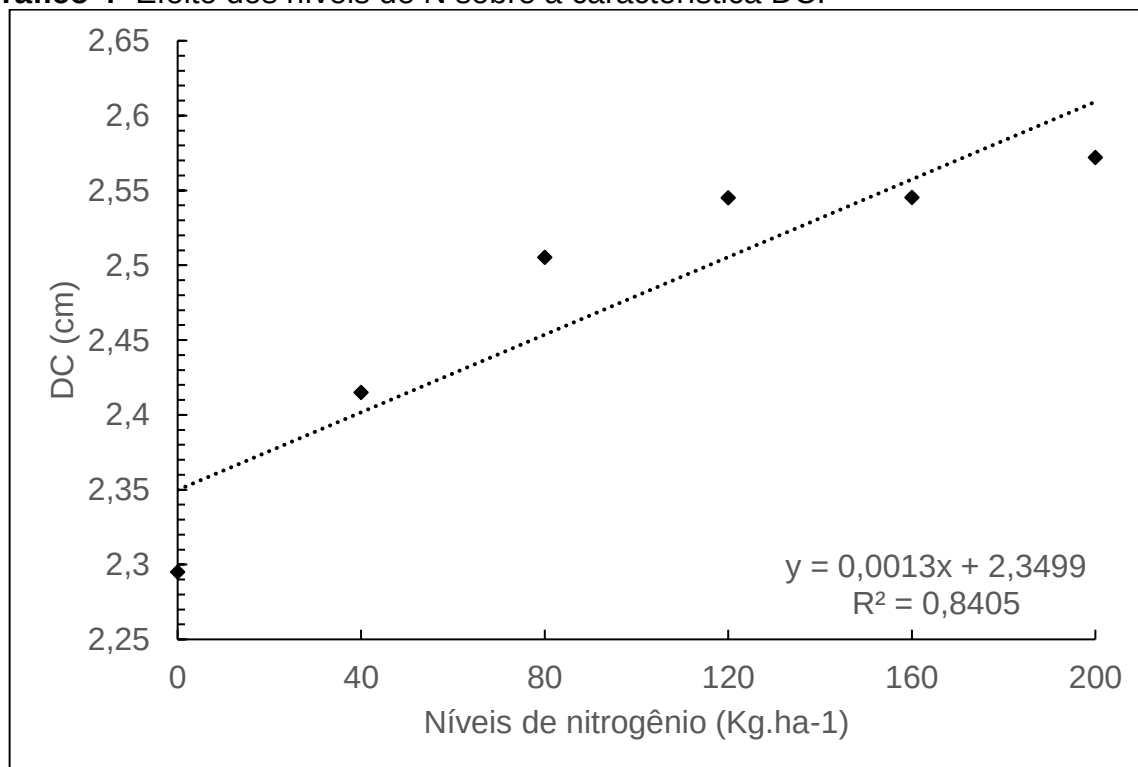
Em relação a característica DC, observa-se no gráfico 4, que houve um aumento do diâmetro caulinar de acordo se elevou a quantidade de N aplicado, onde se alcançou o maior diâmetro, com a aplicação de 200 kg.ha⁻¹ de N. O que representa um aumento de 18,49% em relação ao tratamento que não recebeu nitrogênio.

Em experimento que analisou o comportamento de características agrônômicas sob adubação nitrogenada com diferentes doses na aplicação, Goes et al. (2013) constataram que há uma relação direta no aumento do diâmetro em função da aplicação de N. Neste mesmo trabalho se observou a como sendo a dose máxima 84,4 kg.ha⁻¹. Dados estes que vão de encontro aos resultados encontrados neste trabalho, uma vez que a partir do nível de 80 kg.ha⁻¹, os demais níveis apesar de apresentarem números maiores, não diferem entre si estatisticamente.

Esse aumento no diâmetro pode ser explicado pelo fato do nitrogênio atuar diretamente sobre o crescimento vegetativo, influenciando na divisão e expansão celular, atuando ainda sobre processos fisiológicos, de maneira que determina

alterações em características como altura de planta, altura de inserção da espiga e no diâmetro de colmo (SILVA et al., 2005; FORNASIERI FILHO, 2007 apud FARINELLI e LEMOS,2010).

Gráfico 4- Efeito dos níveis de N sobre a característica DC.



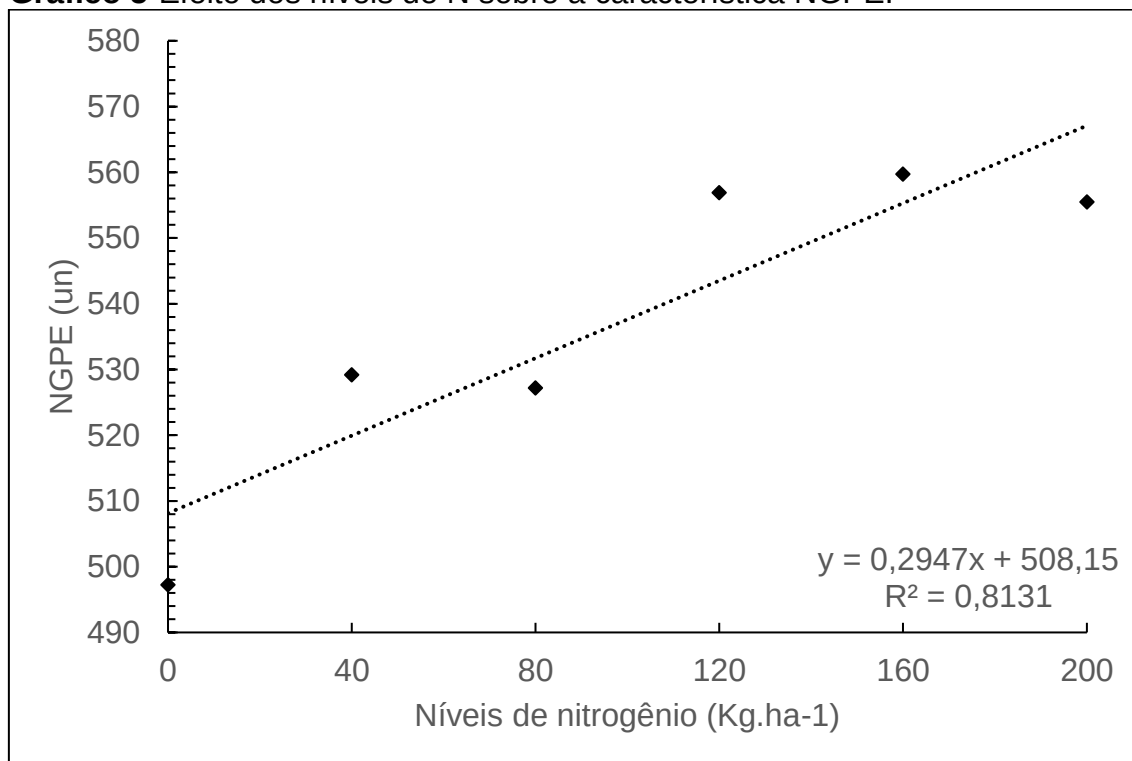
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação ao NGPE, é possível observar a resposta desta característica quando submetida a diferentes níveis de adubação nitrogenada, sobretudo em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada. Conforme pode ser observado no gráfico 5, o tratamento que propiciou o maior NGPE foi quando se aplicou 160 kg.ha⁻¹. Vale lembrar que apesar de ter apresentado valor numérico superior aos demais, o tratamento de 160 kg.ha⁻¹ é igual estatisticamente aos tratamentos com 120 e 200 kg.ha⁻¹ de N.

Em trabalho onde se analisou características agrônômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno, Goes et al. (2013) observaram que a aplicação crescente de N promoveu resultados significativos para o aumento do número de grãos por espiga. Ainda neste trabalho, foi observado que a dose de 98,1 kg.ha⁻¹ de N, seria o ponto de máxima, de modo que doses superiores não trouxeram resultados crescentes para a característica avaliada. Souza et al. (2011), avaliando diferentes fontes, níveis e época de aplicação de N no milho,

encontraram resultados semelhantes aos que foram observados neste trabalho, onde estes perceberam a relação direta entre o acréscimo de N e o aumento no número de grãos por espiga.

Gráfico 5-Efeito dos níveis de N sobre a característica NGPE.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a característica PROD, se observou relativa influência que a adubação nitrogenada em cobertura proporciona a cultura, conforme pode ser observado no gráfico 6. A aplicação de 200kg.ha⁻¹ proporcionou uma produtividade 19,24% superior ao tratamento que não recebeu nitrogênio em cobertura um volume de 1546,09 kg a mais. Os níveis de 120,160 e 200 kg.ha⁻¹, foram os que ofereceram melhores produtividades, no entanto estes tratamentos não se diferiram estatisticamente.

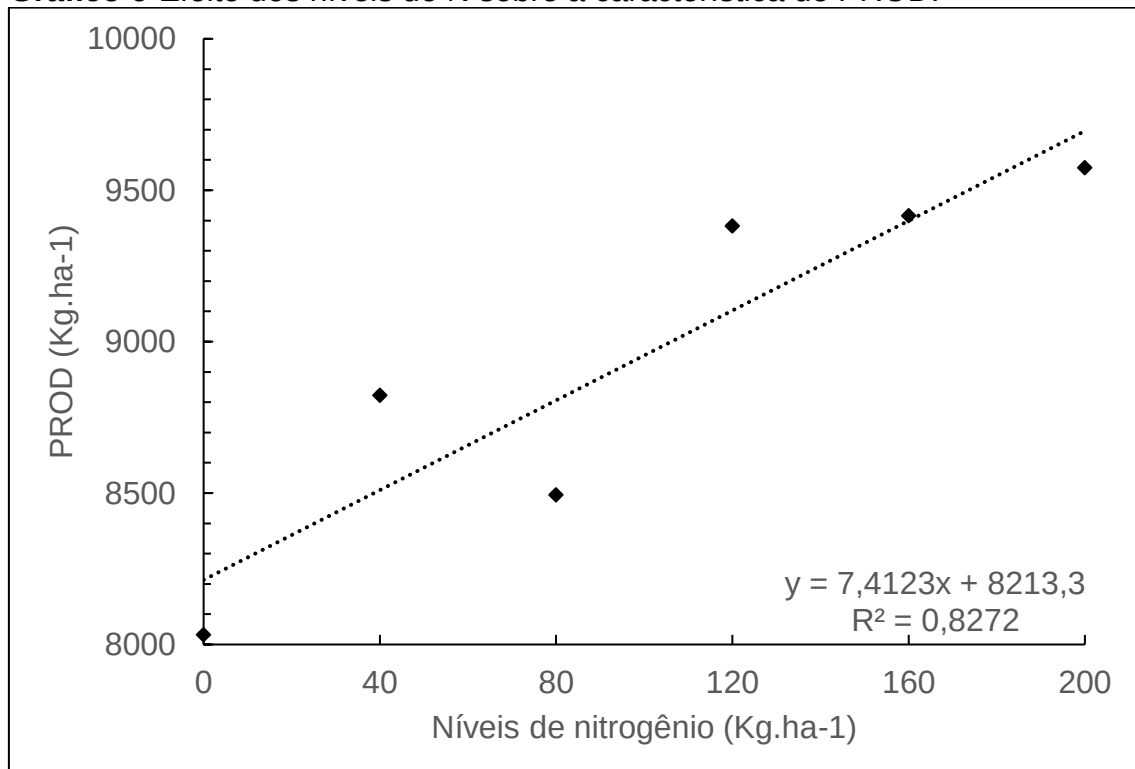
Caires e Milla (2016) estudando os efeitos da adubação nitrogenada em milho com alto potencial produtivo, observaram aumento linear para a produtividade de grãos em função do aumento da dose de N aplicados em cobertura. Valderrama et al. (2011), também observaram a influência positiva do incremento de N na produtividade de grãos. Verificaram ainda, um aumento linear da produtividade com a aplicação de nitrogênio, onde a maior produtividade (11.191 kg.ha⁻¹) foi obtida com a aplicação de 120 kg.ha⁻¹ de N.

Em trabalho semelhante realizado com fontes e níveis de adubação nitrogenada, Queiroz et al. (2011) também constataram a influência do N aplicado em cobertura sobre a produtividade de grãos, tendo este verificado que houve um incremento na produtividade de 11,08 kg.ha⁻¹ por kg de N aplicado e um aumento de produtividade de 18% em relação ao controle.

Ao se analisar os valores de produtividade, é possível notar que o tratamento adicional, apesar de não ter recebido nenhuma aplicação de nitrogênio, teve uma produtividade relativamente alta, se comparado a média de produtividade do estado do Tocantins, que atualmente é de 3751,93 kg.ha⁻¹ de acordo levantado pela CONAB (2020). Esta alta produtividade possivelmente está relacionada ao fato de se ter no solo onde se implantou o experimento, um teor relativamente alto de matéria orgânica (MO), que foi de 2,75%.

Estima-se que para cada 1% de MO no solo, seja fornecido 30kg de N por hectare, nitrogênio este proveniente da decomposição da matéria orgânica gerada por culturas antecessoras (SOUSA e LOBATO,2004). Desta maneira, a adubação nitrogenada aplicada no plantio (30 kg.ha⁻¹ de N) associado ao N mineralizado do solo possa ter colaborado para o bom desempenho da produtividade de grãos ainda que sem a aplicação deste nutriente em cobertura.

Gráfico 6-Efeito dos níveis de N sobre a característica de PROD.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. CONCLUSÃO

Para as condições de campo em que foi desenvolvido este trabalho, verificou-se que todas as fontes de nitrogênio testadas oferecem os mesmos ganhos de produtividade, de maneira que a ureia convencional poderia ser utilizada para aplicação em condições semelhantes, e apresentar desempenho produtivo similar aos apresentados por outras fontes. Devendo-se observar condições de clima, solo, material genético utilizado e outros fatores que contribuam para melhor aproveitamento de nitrogênio.

Os níveis de nitrogênio aplicados ofereceram ganhos de produtividade até a dose de 120 kg.ha⁻¹. Devendo ser observado o material genético que foi utilizado, uma vez que outros materiais possam apresentar melhor desempenho quando submetido a adubação nitrogenada.

Recomenda-se que sejam feitos novos trabalhos em condições de campo diferentes, testando o desempenho destas fontes sob estresse hídrico e a sua aplicação em diferentes estágios fenológicos da cultura.

REFERÊNCIAS

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS: safra 2019/20: **Décimo segundo levantamento**. Brasília, DF: Conab, v. 7, n. 12, set. 2020. 64 p. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 05 de outubro de 2020.
- BARROS, José F.C; CALADO, José G. **A cultura do milho**. Évora, Universidade de Évora, 2014.
- BORTOLINI, Alexandre Moises Mazarro; GHELLER, Jorge Alberto. **Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, Cascavel, v. 1, p. 109-121, 2012.
- CAIRES, Eduardo Fávero; MILLA, Robert. **Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração**. Bragantia, v. 75, n. 1, p. 87, 2016.
- CANCELLIER, Leandro Lopes et al. **Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins**. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza , v. 42, n. 1, p. 139-148, Mar. 2011.
- CARDOSO, M. J.; SILVA, A. R.; GUIMARÃES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; SETUBAL, J.W. **Produtividade e espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. S3786-S3789, 2010.
- CONAB, **Séries históricas**, Brasília, DF, 2020. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> >. Acesso em 26 de outubro de 2020.
- DE SOUZA, Tadeu Vilela et al. **Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho**. MAGISTRA, v. 26, n. 4, p. 493-504, 2017.
- FAQUIN, Valdemar, **Nutrição Mineral de Plantas**, Lavras, UFLA / FAEPE, 2005.
- FARINELLI, ROGÉRIO; LEMOS, LEANDRO BORGES. **Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos de solo**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2010.
- FERREIRA, Alexandre Cunha de Barcellos et al . **Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco**. Sci. agric., Piracicaba, v.58, n.1, p.131-138, Mar.2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010390162001000100020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 de novembro de 2020.
- FRAZÃO, Joaquim J. et al. **Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, 2014.
- FREIRE, FRANCISCO MOREL et al. **Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 3, p. 213-222, 2010.

GOES, RENATO JAQUETO et al. **Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 250-259, 2013.

GOTT, Roney Mendes et al. **Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, n. 1, p. 24-34, 2014.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2020. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>, acesso em 01 de janeiro de 2020.

KAPPES, CLAUDINEI et al. **Avaliação de fontes de nitrogênio em cobertura no milho safrinha em sistema de semeadura direta após a soja.** Milho safrinha: XII seminário nacional. Dourados, MS. 2013. Disponível em: <<https://www.cpa.embra.br/cds/milhosafarinha2013/PDF/21.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2020.

LUCENA, Lúcia de Fátima Castro et al. **Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MAÇÃS, João Eduardo Simões. **Nitrogênio nítrico e amoniacal no desenvolvimento da parte aérea de milho cultivado em argilossolo.** 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15874>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020. (DISSERTAÇÃO).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO N. P.; PAIVA, E., **Fisiologia do Milho**, Circular técnica 22, Sete lagoas, MG, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p

MONSANTO EUROPE, S.A. **Milho Roundup Ready® NK603- Resumo de dados**, 2004. Disponível em: <http://www.monsantoglobal.com/global/es/noticias-y-opiniones/documents/nk603resumo_portugues.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2019.

MOTA, Murilo Renan et al. **Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

NOVACANA, **Panorama do etanol de milho: Números inéditos detalham a produção com o grão.** Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/panorama-etanol-milho-numeros-ineditos-trazem-dados-producao-grao-180820>>. Acesso em 15 de outubro de 2020.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. de C.; ZACCHEO, P. V. C., **Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.226–244, 2011.

PRIMAVESI, Ana Cândida et al. **Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

QUEIROZ, A. M.; Souza, C. H. E.; MACHADO, V. J.; Lana, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A. A. **Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho** (*Zea mays* L.). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p.257-266, 2011.

RECH, Ioná. **Produção e avaliação da eficiência de ureia enriquecida com aditivos para o controle da liberação do nitrogênio**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, José de Oliveira. **Maximização do uso da uréia em lavoura de Coffea canephora**. 2013. Disponível em: < <http://repositorio.ufes.br/handle/10/5200>>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

ROQUETTI FILHO, David. **Potencial de produção de grãos brasileiros via fertilização e impactos nas emissões de CO₂eq**. 2014. 198 f. Dissertação (Mestre em Agronegócio). Escola de Economia de São Paulo.

ROLDÃO, Aline de Freitas et al. **Veranicos no estado do Tocantins e a cultura da soja**. 2020.

ROUNDUP, **Sobre produtos: Roundup original mais**. Disponível em: < <http://www.roundup.com.br/produtos-da-familia-roundup#familia>>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

SCHIAVINATTI, A.F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.; BUZETTI, S., **Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado**, Campinas, Bragantia, v. 70, n. 4, p.925-930, 2011.

SEAGRO, **Tocantins deve bater novo recorde na produção de milho safrinha em 2020**. Disponível em: <https://seagro.to.gov.br/noticia/2020/6/16/tocantins-deve-bater-novo-recorde-na-producao-do-milho-safrinha-em-2020/>. Acesso em 15 de outubro de 2020.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/Embrapa solos, Embrapa Informática agropecuária – Brasília, 1999.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/Embrapa solos, Embrapa Informática agropecuária – Brasília, 1999.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes**. In: _____. Cerrado, correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 283-315.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E.; ARF, O. **Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto**. Bragantia, Campinas, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.

STAFANATO, J. B. **Aplicação de misturas granuladas NK e NS em cultivar de arroz (*Oryza sativa*)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) 67f.

Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica- RJ, 2009.

TASCA, Francis Alex et al. **Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 493-502, abr. 2011.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G.S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VALDERRAMA, Márcio et al. **Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros.** Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 2, p. 659-669, 2014.

YAMADA, T. ABDALA, S.R.S.; VITTI, G.C., Nitrogênio e enxofre na agricultura Brasileira, IPNI, 722 p., 2007, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP.

ZANOVELLO, CRIZ RENÊ et al. **Aplicação de nitrogênio complementar via foliar na cultura do milho submetido ao despendoamento.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 18, n. 1, p. 123-132, 2019.