

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTIS
CAMPUS AVANÇADO LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

ADRIANO CARVALHO DA ROCHA

**PRODUTIVIDADE DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
NITROGÊNIO**

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTIS
CAMPUS AVANÇADO LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

ADRIANO CARVALHO DA ROCHA

**PRODUTIVIDADE DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do Título de Engenheiro
Agrônomo do Curso de Graduação de
Engenharia Agronômica do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Avançado
Lagoa da Confusão

Orientador: Dr. Edmar Vinício de
Carvalho

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**

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

C331p Carvalho da Rocha, Adriano
 PRODUTIVIDADE DE MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
 NITROGÊNIO / Adriano Carvalho da Rocha. – Lagoa da Confusão, TO,
 2023.
 26 p. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
 Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
 Tocantins, Campus Avançado Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO,
 2023.

 Orientador: Dr. Edmar Vinício de Carvalho

 1. Zea mays L.. 2. adubação. 3. nitrogenada. I. Vinício de Carvalho,
 Edmar. II. 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).

ADRIANO CARVALHO DA ROCHA

PRODUTIVIDADE DE MILHO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

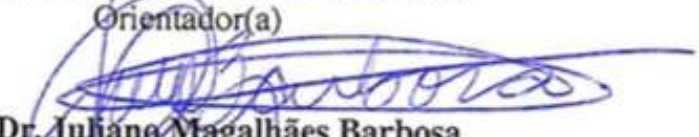
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Avançado Lagoa da Confusão, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

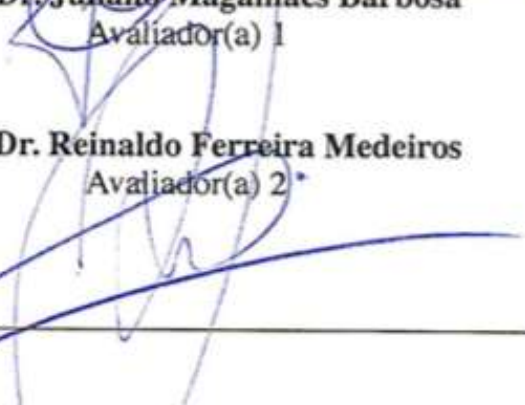
Aprovado em: 17 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA

teor.


Prof. Dr. Edmar Vinicius de Carvalho
Orientador(a)


Prof. Dr. Juliano Magalhães Barbosa
Avaliador(a) 1


Prof. Dr. Reinaldo Ferreira Medeiros
Avaliador(a) 2

A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha — CEP 77.493-000 — Lagoa da Confusão

RESUMO

O manejo nutricional é importante para que a cultura expresse seu máximo potencial produtivo, sendo o nitrogênio o macronutriente mais requerido pela cultura do milho. Entretanto, excessivas aplicações de fertilizantes podem promover gastos desnecessários ao produtor e gerar impactos ambientais. A necessidade da adubação nitrogenada na cultura do milho varia de acordo com as condições edafoclimáticas. Logo, o objetivo do presente projeto é de avaliar doses de nitrogênio na cultura do milho em Lagoa da Confusão, na Fazenda Trigueira. Para tanto, será conduzido experimento com delineamento em blocos ao acaso com cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) e cinco repetições. Serão avaliados, no estádio iniciais até o reprodutivo de desenvolvimento, a altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras de grãos, massa seca da planta, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. Espera-se, como resultante desse projeto, obter a melhor dose de adubação nitrogenada na cultura do milho nas condições edafoclimáticas do município de Lagoa da Confusão.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; adubação; nitrogenada

ABSTRACT

Nutritional management is important for the crop to express its maximum productive potential, with nitrogen being the macronutrient most required by the corn crop. However, excessive fertilizer applications can promote unnecessary costs to the producer and generate environmental impacts. The need for nitrogen fertilization in maize crops varies according to edaphoclimatic conditions. Therefore, the objective of the present proposal is to evaluate nitrogen doses in the corn crop in Lagoa da Confusão, at Fazenda Trigueira. For this purpose, an experiment will be conducted in a randomized block design with five nitrogen doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ of N) and five replications. Plant height, height of insertion of the first ear, length of the ear, diameter of the ear, number of grains per row, number of rows of grains, dry mass of the plant, mass of 1000 grains will be evaluated at the R6 stage of development. and grain productivity. It is expected, as a result of this project, to obtain the best dose of nitrogen fertilization in the corn crop in the edaphoclimatic conditions of the municipality of Lagoa da Confusão.

Key-words: *Zea mays* L.; fertilizer; nitrogen

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Justificativa.....	8
1.2 Problema da Pesquisa	8
1.3 Referencial Teórico	9
1.3.1. Milho	9
1.3.2. Nutrição Mineral	11
1.3.3 Nitrogênio.....	13
1.3.4. Adubação Nitrogenada no Milho	14
1.4. Objetivo	16
2. METODOLOGIA.....	17
3. CUSTOS ENVOLVIDOS PARA A REALIZAÇÃO DA PROPOSTA.....	19
4. CRONOGRAMA	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes do mundo, constituindo a base da alimentação de muitas populações de países em desenvolvimento (TANDZI; MUNTENGWA, 2020). O Brasil é o terceiro produtor mundial de milho com 88.461.943 toneladas cultivadas em 19.587.069 ha⁻¹ (hectare), gerando mais de 16 bilhões de reais, com estado do Tocantins responsável por quase 2% dessa produção (IBGE, 2023).

No entanto, o potencial de rendimento do milho nos países em desenvolvimento é baixo devido à má qualidade da semente e à aplicação desequilibrada de nutrientes, especialmente nitrogênio (AZEEM et al., 2021). O nitrogênio é um macronutriente que participa da formação de proteínas, aminoácidos e clorofilas, entre outras moléculas importantes no metabolismo vegetal, pois influencia no processo fotossintético e consequentemente na produção de culturas (SIDDIQUI et al., 2019).

Na cultura do milho o uso de fertilizantes nitrogenados é imprescindível para garantir a produção, sendo um dos fatores mais limitantes para o aumento da produtividade da cultura, visto que, é o nutriente mais exigido pela cultura (BESEN et al., 2020). Consequentemente, o suprimento insuficiente de nitrogênio durante o processo de diferenciação floral pode reduzir a diferenciação do número de óvulos no início da espiga, afetando negativamente o rendimento de grãos (ARAGÃO et al., 2022).

Diversos estudos avaliam doses ideais da cultura do milho, dentre eles, Basen et al. (2020) avaliando doses de nitrogênio, observaram que a produtividade do milho foi maior com uso de 120 kg ha⁻¹ no Ceará. Sousa et al. (2022), também estudando aplicação de fertilizante nitrogenado no estado do Ceará, encontraram melhor rendimento com 160 kg ha⁻¹. Enquanto que, Souza et al. (2021), ao analisarem doses de nitrogênio para a cultura do milho em Sergipe, constataram maior rendimento com uso de 104 kg ha⁻¹. Ao tempo que Coelho et al. (2022) na Região Sul, ao analisarem doses de nitrogênio no milho, obtiveram maior produtividade com 300 kg ha⁻¹, em Santa Catarina. Dessa forma, a quantidade ideal de fertilizantes nitrogenados pode variar em função das condições edafoclimáticas, sendo necessários estudos nas diferentes condições de cultivo.

Sabe-se que a fertilização com nitrogênio pode melhorar significativamente a fertilidade do solo e o rendimento das culturas. No entanto, a eficiência de uso do nitrogênio e o meio ambiente podem ser afetados negativamente pela aplicação inadequada de fertilizantes nitrogenados (WANG et al., 2019). Assim, estudos sobre essa temática são primordiais em diferentes condições de clima e solo.

1.1 Justificativa

Para a cultura do milho produzir satisfatoriamente ($> 5.443 \text{ kg ha}^{-1}$) é imprescindível à incorporação de adubos minerais aos solos. Portanto, uma adubação mineral equilibrada e feita de forma agronomicamente correta poderá incrementar o rendimento e a qualidade da produção da cultura. Cabe destacar que a aplicação de insumos nitrogenados interfere diretamente na constituição de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila e consequentemente, no processo fotossintético e produtivo do milho.

O nitrogênio é o nutriente mineral extraído e exportado em maior quantidade pelo milho, é o que mais influencia a produtividade de grãos e o único absorvido como cátion (NH_4^+) ou ânion (NO_3^-). No entanto, a dinâmica no sistema solo-planta é condicionada por condições edáficas, climáticas e sistema de manejo (dose, fonte, época e modo de aplicação).

A falta de nitrogênio afeta negativamente a produção e qualidade de grãos do milho, bem como, o excesso de nitrogênio também pode ser prejudicial à planta, pois causa maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível as deficiências hídricas e de nutrientes, principalmente fósforo e potássio. Com o desenvolvimento foliar excessivo, o efeito positivo do nitrogênio na fotossíntese diminui pelo auto sombreamento.

Contudo, a disponibilidade do nitrogênio às plantas depende de outros fatores como temperatura, chuvas e propriedades do solo, com isso, a necessidade de adubos nitrogenados é variável, pois varia em função desses fatores, nessa perspectiva, é primordial avaliar a aplicação de doses nitrogenadas em diferentes condições edafoclimáticas.

1.2 Problema da Pesquisa

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do milho, pois é acumulado na parte aérea cerca de 180 kg ha^{-1} no estágio reprodutivo, com marcha nutricional de absorção seguindo a seguinte ordem $\text{N} > \text{K} > \text{P}$ (MENEZES et al., 2018). O nitrogênio merece atenção não apenas pela influência que representa no custo de produção do milho, mas também, para a minimização de possíveis impactos ambientais. O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de N; assim, para a obtenção de produtividades elevadas é recomendada a adubação nitrogenada em cobertura, para complementar a quantidade suprida pelo solo (SANGOI et al., 2015).

No entanto, a resposta positiva ao nitrogênio está relacionada a diversos fatores bióticos e abióticos e que fundamenta a realização de estudos constantes, principalmente em novas fronteiras agrícolas. Carvalho et al. (2017), ao avaliarem doses de nitrogênio em cobertura em Gurupi – TO, observaram que maior produtividade foi com uso de 130 kg ha⁻¹, ao tempo que Simão et al. (2020), estudando a adubação nitrogenada na cultura do milho em Rio Verde – GO, constataram que a fertilização com 90 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, proporciona maior produtividade e retorno econômico. Dessa forma, a necessidade nitrogenada varia com as condições edafoclimáticas.

Aliado a isso, no Estado do Tocantins, a produtividade média do milho é baixa (4,2 t /ha⁻¹) quando comparada com as obtidas nas regiões Sul (4,4 t ha⁻¹), Sudeste (5,9 t /ha⁻¹) e Centro-Oeste (5,0 t /ha⁻¹), segundo dados do IGBE (2023). Isto se deve, dentre outros fatores, à presença de altas temperaturas aliada ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores e à escassez de sementes melhoradas de variedades adaptadas às condições de estresses abióticos, tais como as variações climáticas e nutricionais, sendo necessário estudos agrônômicos para melhorar esse cenário.

1.3 Referencial Teórico

1.3.1. Milho

O milho é uma espécie monóica pertence à família Poaceae e à tribo Maydeae, essa tribo abriga os gêneros *Coix*, *Chionachne*, *Sclerachne*, *Trilobachne*, *Polytoca*, *Zea* e *Tripsacum*. O gênero *Zea* é o mais importante economicamente e é composto por apenas quatro espécies, das quais apenas *Z. mays* L. é cultivada em larga escala (MAAZOU et al., 2017).

Essa gramínea é uma planta C₄, com excelente eficiência fotossintética e capacidade de se adaptar satisfatoriamente em uma ampla variedade de ambientes, incluindo os trópicos, subtropicos e zonas temperadas (ERENSTEIN et al., 2022). O milho possui crescimento herbáceo e seu ciclo é bastante variado e dependente das condições edafoclimáticas dos ambientes de cultivo (LIMA et al., 2020).

O milho é considerado como uma das primeiras plantas cultivadas pelo homem, com evidência de sua utilização entre 7.000 e 10.000 anos atrás; ainda há evidências de sua utilização como alimento a mais de 5.000 anos, visto a descoberta de algumas pequenas espigas de milho em alguns sítios arqueológicos no México (RANUM et al., 2014). Destaca-se que essa gramínea é originária do México e da América Central, e até

os dias atuais é uma cultura básica com grande significado cultural para essas regiões (SANCHEZ et al., 2011).

Com a descoberta das Américas, o milho foi levado para a Europa, Ásia e África, onde também é amplamente plantado e utilizado (GARCÍA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019). Atualmente, essa cultura que contém informações genéticas de alto valor e grande adaptação a diferentes ecossistemas é um dos cereais mais importantes do planeta, com produção anual superior a 1 bilhão de toneladas (GARCÍA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019).

Esse cereal possui quantidades consideráveis de carboidratos, proteínas, lipídios e fibras. No grão, os carboidratos, principalmente o amido e as proteínas, localizam-se principalmente na fração do endosperma, constituindo a parte principal dessa estrutura de reserva, já os lipídios localizam-se no gérmen e na casca do grão. As fibras encontram-se especialmente na camada do pericarpo. No entanto, ressalta-se que a composição química do milho é variável e dependente da variedade, clima, condições de cultivo e épocas de colheita (MUTLU et al., 2017).

Dotada de uma elevada versatilidade e multifuncionalidade, o milho pode ser usado para diversos fins, especialmente como constituinte de produtos alimentícios, com o uso na composição de rações incluindo o uso de grãos de milho, subprodutos de milho e forragem/silagem. Ainda, essa cultura representa uma importante fonte alimentar para populações da África subsaariana e na América Latina (ERENSTEIN et al., 2022). Há ainda os usos não alimentícios, como a produção de óleo e biocombustíveis (YAN et al., 2011).

Além da importância no agronegócio, a cultura do milho é a base de sustentação de pequenas propriedades, constituindo-se também como um dos principais insumos do complexo agroindustrial nas regiões onde é produzida. Para além da importância econômica, essa cultura também possui um papel importante no manejo conservacionista do solo, como na rotação de culturas e no sistema de plantio direto (LIMA et al., 2020).

O milho é o principal cereal produzido no Brasil, o que coloca o país como terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos EUA e da China (TYSKA et al., 2022), e no segundo lugar como maior exportador, ficando atrás apenas dos EUA (LIMA et al., 2020). O Brasil é responsável por 88.461.943 toneladas de milho em grão com rendimento médio de 4.650 kg ha⁻¹ correspondendo ao valor de produção de R\$ 116.396.867 mil reais, sendo uma das culturas com maior valor de produção, ficando atrás apenas da soja que corresponde a R\$ 341.747.600 mil reais (IBGE, 2023). Ainda, a

alimentação animal responde por 59% do consumo interno total, enquanto apenas 2,2% são destinados ao consumo humano (TYSKA et al., 2022). Os principais estados produtores de milho são Mato Grosso, com produção superior a 32 milhões de toneladas na safra, seguido do Goiás, com 10,75 milhões de toneladas (IBGE, 2023).

O estado do Tocantins representa uma nova fronteira agrícola para a produção de milho no país, figurando atualmente como um dos maiores produtores desse cereal da região Norte do País, com uma produção de 1.509.160 toneladas em 2021 (IBGE, 2023). Nesse estado, ainda em 2021, os principais municípios produtores foram Campos Lindos (354.944 t), Pedro Afonso (146.950 t) e Caseara (79.400 t) (IBGE, 2023).

Até o ano de 2050, a população prevista de 9 bilhões de pessoas irão requerer 70% mais alimentos do que a população atual, e uma grande proporção desse aumento de demanda será oriundo de países em desenvolvimento. Ainda, estima-se que mais da metade do aumento da demanda global por cereais virá dos produtores e consumidores de milho. Nesse contexto, o aumento necessário na produção de milho exigirá mudanças substanciais nas práticas agrônômicas (YAN et al., 2011), entre elas a nutrição mineral (KANDIL, 2013).

1.3.2. Nutrição Mineral

O rendimento das culturas agrícolas é determinado pela produção de biomassa e sua divisão em órgãos vegetais colhidos. A produção de biomassa é dependente da atividade fotossintética das folhas, que dependem diretamente dos nutrientes para o seu bom desenvolvimento (ENGELS et al., 2012). Depois da água, os nutrientes são o fator ambiental que mais restringe a produtividade vegetal. A produtividade de praticamente todos os ecossistemas naturais, até mesmo aqueles que possuem restrições hídricas, responde de forma positiva à adição de um ou mais nutrientes (LAMBERS; OLIVEIRA, 2019).

As plantas utilizam os minerais inorgânicos presentes na crosta terrestre extraindo-os do solo ou do ambiente aquático. Esses elementos minerais são liberados por processos complexos como intemperismo de minerais rochosos e decomposição da matéria orgânica. Entre os nutrientes de plantas, o nitrogênio é excepcional por sua fonte primária ser o nitrogênio gasoso da atmosfera e ocorrer pouco nos minerais (PANDEY, 2015).

Os nutrientes atuam de diferentes formas no desenvolvimento vegetal, como, por exemplo, como constituintes integrais do aparato fotossintético, de forma que seu suprimento controla indiretamente a fotossíntese e a senescência foliar via foto-oxidação,

sinais hidráulicos e hormonais, bem como pela sinalização de açúcar. Ainda, os nutrientes também afetam a respiração como constituintes da cadeia de elétrons respiratórios e por sua influência na eficiência da síntese respiratória de ATP (ENGELS et al., 2012).

Os elementos são categorizados em critérios de essencialidade, de acordo com suas funções específicas e essenciais no metabolismo vegetal. Dessa forma, a depender da exigência de um nutriente para gerar o crescimento ideal da planta, esse nutriente é referido como macronutriente ou micronutriente. De modo geral, os macronutrientes são necessários em maiores quantidades e estão presentes nos tecidos vegetais em quantidades que variam entre 0,2 e 4,0% enquanto a concentração de micronutrientes no tecido vegetal varia de 5 a 200 ppm ou menos de 0,02% (PANDEY, 2015).

Seis elementos minerais, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), são necessários em grandes quantidades e são classificados como macronutrientes; e a deficiência em qualquer um deles reduz o crescimento das plantas e o rendimento das culturas, além de não permitir que a planta complete seu ciclo de vida (WHITE; BROWN, 2010). As plantas requerem cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em quantidades relativamente grandes ($>0,1\%$ da massa seca) e normalmente esses minerais são absorvidos pelas raízes das plantas a partir da solução do solo na forma iônica com os metais Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} presentes como cátions livres, P e S como seus oxiânions fosfato (PO_4^{3-}) e sulfato (SO_4^{2-}) e N como nitrato aniônico (NO_3^{-}) ou cátion amônio (NH_4^{+}) (MAATHUIS, 2009).

Os micronutrientes também são elementos essenciais para o crescimento das plantas. E embora as plantas apresentem diferentes necessidades de determinados micronutrientes, os elementos geralmente aceitos como essenciais para todas as plantas superiores são o boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn) (HÄNSCH; MENDEL, 2009).

Nesse contexto, a nutrição mineral se mostra como uma das mais importantes etapas para se obter maior produtividade agrícola, visando assim, atender às demandas futuras da crescente população humana global. Na maioria dos solos agrícolas, raramente N, P ou K disponíveis em quantidades suficientes para fornecer a quantidade necessária desses elementos para o pleno desenvolvimento das plantas cultivadas, de modo que, esses elementos precisam ser fornecidos como fertilizantes em sistemas agrícolas intensivos (WHITE; BROWN, 2010).

1.3.3 Nitrogênio

A importância do nitrogênio para os sistemas vivos é bem reconhecida: o N é um constituinte primário de nucleotídeos e proteínas e, assim, um elemento essencial para a vida (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009). Esse elemento é ainda presente nos aminoácidos, clorofila, bem como muitos outros metabólitos nas plantas. Portanto, é um elemento importante e indispensável para o crescimento e desenvolvimento das plantas (BAI et al., 2020), motivo pelo qual o N é considerado um elemento-chave na limitação da nutrição para crescimento das plantas e o rendimento das colheitas em muitos agro ecossistemas, tanto em sistemas de sequeiro, como irrigados (SPIERTZ, 2009).

Ainda, o N biologicamente disponível é escasso na maioria dos ecossistemas terrestres, de forma que sua disponibilidade é um fator limitante para o crescimento das plantas e para a produção primária, afetando assim, fundamentalmente a estrutura e a função da maioria dos ecossistemas (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009). As plantas adquirem o N inorgânico do solo, principalmente na forma de amônio e nitrato, e níveis baixos ou excessivos desse nutriente têm séria influência na produção e qualidade dos produtos vegetais (BAI et al., 2020).

As culturas agrícolas dependem de suprimento adequado de N tanto para resposta fisiológica quanto morfológica, além de melhor resposta ao seu desenvolvimento em condições limitantes. Dessa forma, os sistemas intensivos de produção agrícola necessitam de aportes desse nutriente para a obtenção de bons índices produtivos (KHAN et al., 2017). Não surpreendentemente, o nitrogênio é frequentemente considerado o fator limitante mais importante, depois do déficit hídrico, para a produção de biomassa em ecossistemas naturais, de modo que, as práticas de fertilização com N podem fornecer um suprimento suficiente desse nutriente para as plantas atingirem seu rendimento potencial (LEMAIRE et al., 2008).

É importante destacar que a fotossíntese das culturas está intimamente associada à captação de luz pela copa e pelas folhas das plantas, sendo dependente fortemente da disponibilidade de nitrogênio (SPIERTZ, 2009). A área foliar influencia na interceptação e aproveitamento da radiação solar das copas das culturas e, dessa forma, no rendimento de grãos das culturas (HOKMALIPOUR; DARBANDI, 2011). Ainda, a intensidade da cor verde nas folhas é um indicador direto do status de N da planta, pois é um componente importante da clorofila e responsável pelo crescimento vegetativo (KHAN et al., 2017).

Embora cerca de 80% da atmosfera terrestre seja composta por nitrogênio, a forma extremamente estável de N atômico (N_2) não está disponível para as plantas. No entanto,

alguns microrganismos de vida livre quanto os simbióticos são capazes de fixar o N_2 atmosférico na forma de NH_4^+ que pode ser captado diretamente pelas plantas ou convertido em NO_3^- por bactérias nitrificantes (MAATHUIS, 2009).

A maioria das plantas requer de 20 a 50 g de N absorvido por suas raízes para produção de 1 kg de biomassa seca. No entanto, o suprimento natural de N do solo geralmente limita o rendimento das plantas na maioria dos sistemas de cultivo agrícola. Dessa forma, juntamente com o melhoramento de culturas, a aplicação de fertilizantes nitrogenados durante as últimas cinco décadas resultou em um grande aumento na produção global de alimentos, contribuindo para a segurança alimentar mundial (XU et al., 2012).

Atualmente, o principal meio para manter ou restaurar os nutrientes do solo, e assim, aumentar o rendimento das culturas é a aplicação de fertilizantes minerais como os adubos nitrogenados. O N usado em fertilizantes comerciais apresenta algumas características como a solubilidade, o que permite fácil absorção e assimilação pelas plantas (HIREL et al., 2011).

1.3.4. Adubação Nitrogenada no Milho

O uso de fertilizantes nitrogenados é um dos principais fatores para o crescimento das culturas, alto rendimento de biomassa e de componentes, e de qualidade do grão. Além de ser um elemento essencial em muitos compostos essenciais para crescimento vegetal, clorofila e muitas enzimas, o nitrogênio também auxilia na melhor utilização de P, K e outros elementos nas plantas (KANDIL, 2013).

A aplicação de N através de fertilizantes químicos é a principal fonte de entrada desse nutriente nos sistemas de produção agrícola em todo o mundo. Nos dias atuais, metade da população humana depende de fertilizantes nitrogenados para a produção de alimentos, enquanto que cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados globais são usados para produzir os três principais cereais produzidos no mundo: arroz, trigo e milho (ABBASI et al., 2013).

Pela simplicidade de armazenamento e manuseio, os adubos nitrogenados podem ser facilmente aplicados quando as plantas mais precisam. Os principais fertilizantes minerais comerciais comumente utilizados são a amônia anidra, uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. Existem também outras fontes de N para o solo, merecendo destaque a fixação simbiótica de N_2 em nódulos de leguminosas e na rizosfera de uma variedade de plantas (HIREL et al., 2011).

Na produção de milho, a adubação nitrogenada é uma das mais importantes práticas agronômicas. A taxa ideal de adubo nitrogenado para cultivo dessa gramínea depende de inúmeras fatores variáveis, como condições ambientais, sistemas de manejo e genótipos (CARPICI et al., 2010). No caso do milho, além desse tipo de adubação ser essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, é também uma prática de grande impacto na produtividade de grãos (FU et al., 2020).

A produção de milho é limitada mundialmente pela disponibilidade de nitrogênio, particularmente em solos tropicais e subtropicais pobres. Dessa forma, a otimização do uso do N é fundamental para o aumento da produção de grãos, principalmente nas regiões de baixa produtividade (VERGARA-DÍAZ et al., 2016). Para tanto, o manejo eficiente de fertilizantes nitrogenados é vital para aumentar o rendimento das culturas e melhorar a fertilidade do solo (FU et al., 2020).

Culturas de grãos, como o milho, são frequentemente tratadas com grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados para obter um rendimento ótimo. A disponibilidade de nitrogênio do solo para a planta depende da capacidade fisiológica das raízes de absorver e assimilar esse nutriente. Entre os principais fatores que afetam a capacidade das raízes de absorver o N, destaca-se a umidade e a textura do solo (HAMMAD et al., 2017).

A absorção de nitrogênio pelo milho é variável e depende do estágio fenológico, sendo baixa durante o desenvolvimento inicial e aumenta na fase de pendoamento. No entanto, embora apenas quantidades relativamente pequenas de fertilizantes sejam necessárias durante os estágios iniciais do crescimento do milho, maiores concentrações desse nutriente na zona das raízes nessa época são benéficas para promover o crescimento inicial. Ainda, a adubação nitrogenada é responsável por acelerar o tempo para se atingir o pendoamento, e promove maior produção de massa fresca e seca. É reportado ainda que a aplicação de nitrogênio aumenta o número de espigas por planta, o tamanho da espiga e o teor de proteína (AMIN, 2011).

No Brasil, a produção de milho é responsável pela maior proporção do consumo de fertilizantes nitrogenados, sendo a maior parte uréia (FARIA et al., 2013; MARTINS et al., 2017). A predominância de uréia como principal fonte de N para a produção de milho no Brasil se deve ao seu menor custo e maior teor de N em comparação com outras fontes de N, como nitrato de amônio e sulfato de amônio (GARCIA et al., 2017).

1.4. Objetivo

Avaliar o efeito do nitrogênio em cobertura nas características agronômicas e componentes produtivos no cultivo do milho em Lagoa da Confusão -TO.

2. METODOLOGIA

O experimento será conduzido na Fazenda Trigueira no município de Lagoa da Confusão -TO (10° 44'S; 49° 44'O; 182 m), com temperatura média de 27° e precipitação concentrada nos meses de fevereiro a abril. Antes da instalação experimental, será realizada análise do solo para verificar os nutrientes presentes e corrigir o solo, caso seja necessário, de acordo com a recomendação para a cultura do milho.

O delineamento experimental utilizado será em blocos ao acaso com cinco tratamentos referentes as doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por cinco linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,75 m. Para a área útil da parcela serão desconsiderados 0,50 m de cada extremidade e as duas linhas extremas (Figura 1).

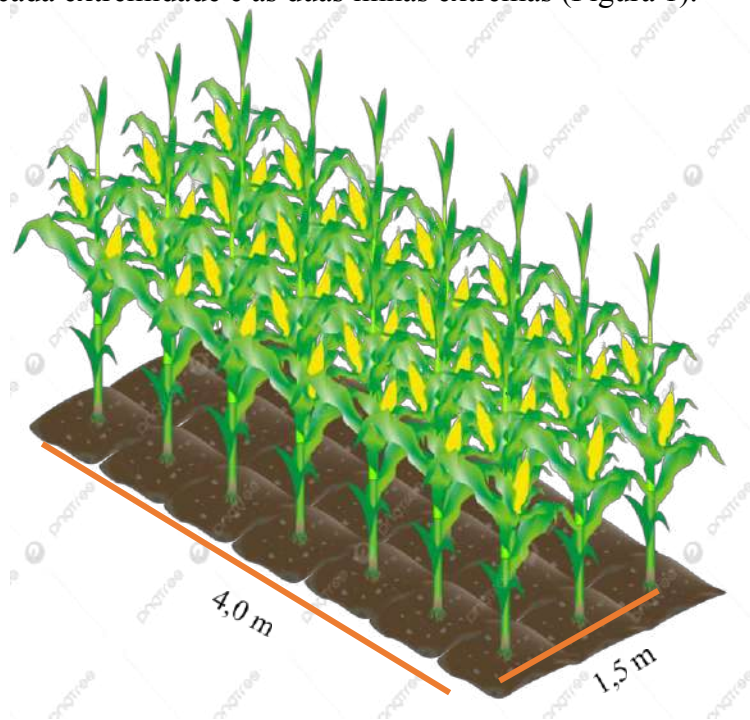


Figura 1. Representação da área útil da parcela

Para o semeio da área será realizada a demarcação da área com piquetes e o semeio de forma manual, respeitando o cálculo de número de sementes por metro linear e utilizando-se 30% a mais de sementes, realizando posteriormente o desbaste das plantas, respeitando o espaçamento entre plantas de cada parcela.

As doses de nitrogênio serão aplicadas em cobertura na entrelinha e em dose única entre os estádios V4-V6 com uso de Ureia como fonte de nitrogênio (45% N), exceto para as doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ em que a aplicação será parcelada em duas aplicações (50% em V4-V6 e 50% em V6-V8).

Os tratos culturais (manejo de pragas, doenças e plantas daninhas) serão efetuados assim que se fizerem necessários, seguindo as recomendações técnicas da cultura do milho (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Durante todo o período do experimento em campo serão coletados dados de temperatura e precipitação por meio de consulta à base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Sistema de Monitoramento Agro meteorológico (AGRITEMPO).

Os componentes morfológicos de plantas de milho serão avaliados no estágio de maturação fisiológica (R6), onde será realizada a colheita de plantas representativas da área útil da parcela, com avaliação das seguintes características:

- Altura das plantas (AP), em centímetros e considerando a distância entre o solo e a inserção da folha bandeira, em 10 plantas.
- Altura de inserção da primeira espiga (AE), em centímetros e considerando a distância entre o solo e a inserção da primeira espiga, em 10 plantas.
- Comprimento da espiga (CE), em centímetros, obtido pela medição com régua graduada, contabilizando de 10 espigas.
- Diâmetro da espiga (DE), em milímetros, obtido pela medição na posição central da espiga e com uso de paquímetro, contabilizando de 10 espigas.
- Número de grãos por fileira (NGF), obtido pela contagem de grãos presentes por fileira em cada espiga avaliada, contabilizando de 10 espigas.
- Número de fileiras de grãos (NFG), obtido pela contagem de fileiras de grãos em cada espiga avaliada, contabilizando de 10 espigas.
- Massa seca da planta (MSP), em gramas, após secagem das plantas colhidas em estufa de circulação fechada, a 60-70 °C, até obtenção de massa constante, contabilizando de 10 plantas.

Em sequência, as espigas serão trilhadas para obtenção da:

- Massa de 1000 grãos (M1000), em gramas obtida pela pesagem de quatro subamostras de 10003 grãos por parcela com uso de balança de precisão e;
- Produtividade de grãos (PG), em g planta⁻¹, corrigidos a 13% de teor de umidade.

Os dados serão submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, seguido por análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e análise de regressão polinomial até o segundo grau. As

análises serão conduzidas utilizando a plataforma R 3.6.3 com pacote ExpDes.pt (FERREIRA et al. 2018).

2. CUSTOS ENVOLVIDOS PARA A REALIZAÇÃO DA PROPOSTA

Insumos			
	Custos por Ha	Manejo	Custo Total
Frete Adubo	R\$ 72,50	0,075	R\$ 5,43
Preparo do solo	R\$ 40,00	2	R\$ 80,00
Semente	R\$ 951,50	0,075	R\$ 71,36
Adubo Base	R\$ 1.048,50	0,075	R\$ 78,63
Adubo Cobertura N	R\$ 1.048,50	2	R\$ 157,27
Diárias de Plantio	R\$ 200,00	2	R\$ 200,00
Dessecação	R\$ 154,50	0,075	R\$ 11,58
Pós Emergente	R\$ 154,50	0,075	R\$ 11,58
Inseticida Biológico	R\$ 80,31	2	R\$ 12,04
Inseticida Químico	R\$ 35,00	2	R\$ 5,25
Aplicação Zn	R\$ 24,00	0,075	R\$ 3,60
Aplicação Mn	R\$ 27,50	0,075	R\$ 8,25
Óleo Mineral	R\$ 27,50	6	R\$ 12,37
Fungicida AP Power	R\$ 60,00	0,075	R\$ 4,50
Inseticida Pulgão Exp.	R\$ 59,65	0,075	R\$ 4,47
Diárias Aplicação manual	R\$ 100,00	3	R\$ 300,00
Diárias Colheita Manual	R\$ 400,00	4	R\$ 400,00
Diárias Serviço aplicação Líquida	R\$ 100,00	3	R\$ 300,00
Diárias aplicação Sólida	R\$ 100,00	3	R\$ 300,00
Diárias Secagem Manual	R\$ 100,00	4	R\$ 400,00
TOTAL			R\$ 2.130,91

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se como resultante desse projeto obter a melhor dose de adubação nitrogenada na cultura do milho nas condições edafoclimáticas do município de Lagoa da Confusão-TO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, M. K.; TAHIR, M. M.; RAHIM, N. Effect of N fertilizer source and timing on yield and N use efficiency of rainfed maize (*Zea mays* L.) in Kashmir–Pakistan. **Geoderma**, v. 195, p. 87-93, 2013.

AMIN, M. E. H. Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 17-23, 2011.

ARAGÃO, M.F.; TAVARES, R.; SANTOS, M.F.N.; LIMA, J.S.; PINHEIRO NETO, LG. Nitrogen fertilization split in green corn under rainfed system. **Revista Ceres**, v.69, n.6, p. 668-677, 2022.

AZEEM, K.; NAZ, F; JALAL, A.; GALINDO, F.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; KHALIL, F. Humic acid and nitrogen dose application in corn crop under alkaline soil conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.10, p.657-663, 2021

BAI, Q.; SHEN, Y.; HUANG, Y. Advances in mineral nutrition transport and signal transduction in rosaceae fruit quality and postharvest storage. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. e620018, 2021.

BESIN, M.R.; RIBEIRO, R.H.; GOETTEN, M.; FIOREZE, S.L.; GUGINSKI-PIVA, C.A.; PIVA, J.T. Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.19, n.1, p. 94-103, 2020.

CARPICI, E. B.; CELIK, N.; BAYRAM, G.. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 15, n. 2, p. 128-132, 2010.

CARVALHO, E.V.; AFFÉRRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; LEAL, T.C.A.B.; SOUZA, C.M.; NAOE, L.K. Doses de nitrogênio em cobertura na avaliação de genótipos de milho em semeadura tardia. **Scientia Agraria Paraensis**, v.16, n.3, p.296-301, 2017.

COELHO, A.E.; SANGOI, L.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; KUNESKI, H.F.; MARTINS JÚNIOR, M.C. Nitrogen use efficiency and grain yield of corn hybrids as

affected by nitrogen rates and sowing dates in subtropical environment. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.46, p.e0210087, 2022.

de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

ENGELS, C.; KIRKBY, E.; WHITE, P. Mineral nutrition, yield and source–sink relationships. In: **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, 2012. p. 85-133.

ERENSTEIN, O.; JALETA, M.; SONDER, K.; MOTTALEB, K.; PRASANNA, B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. **Food Security**, v. 14, n. 5, p. 1295-1319, 2022.

FARIA, L. D. A.; NASCIMENTO, C. A. C. D.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. D. C.; GUEDES, E. M. S. Loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to maize and soybean straw. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 969-975, 2013.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: Pacote experimental designs (Portuguese). R package version 1.2.0, 2018. <Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt> >. Acessado em: Maio 2023.

FU, W.; WANG, Y.; SIM, Y.; ZHEN, S.; ZHOU, B.; WANG, Y.; HU, Y.; ZHAO, Y.; HUANG, Y Grain yields and nitrogen use efficiencies in different types of stay-green maize in response to nitrogen fertilizer. **Plants**, v. 9, n. 4, p. e474, 2020.

GARCIA, P. L.; GONZÁLEZ-VILLALBA, H. A.; SERMARINI, R. A.; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen use efficiency and nutrient partitioning in maize as affected by blends of controlled-release and conventional urea. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 64, n. 14, p. 1944-1962, 2018.

GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Corn history and culture. **Corn**, v. 3, p. 1-18, 2019.

HAMMAD, H. M.; FARHAD, W.; ABBAS, F.; FAHAD, S.; SAEED, S.; NASIM, W.; BAKHAT, H. F. Maize plant nitrogen uptake dynamics at limited irrigation water and nitrogen. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 2549-2557, 2017.

HÄNSCH, R.; MENDEL, R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Current opinion in plant biology**, v. 12, n. 3, p. 259-266, 2009.

HIREL, B.; TÉTU, T.; LEA, P. J.; DUBOIS, F. Improving nitrogen use efficiency in crops for sustainable agriculture. **Sustainability**, v. 3, n. 9, p. 1452-1485, 2011.

HOKMALIPOUR, S.; DARBANDI, M. H. Effects of nitrogen fertilizer on chlorophyll content and other leaf indicate in three cultivars of maize (*Zea mays* L.). **World Applied Sciences Journal**, v. 15, n. 12, p. 1780-1785, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

KANDIL, E. E. E. Response of some maize hybrids (*Zea mays* L.) to different levels of nitrogenous fertilization. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n. 3, p. 1902-1908, 2013.

KHAN, A.; TAN, D. K. Y.; AFRIDI, M. Z.; LUO, H.; TUNG, S. A.; AJAB, M.; FAHAD, S. Nitrogen fertility and abiotic stresses management in cotton crop: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 14551-14566, 2017.

LAMBERS, H.; OLIVEIRA, R. S. Mineral Nutrition. In: **Plant Physiological Ecology**. Springer, Cham, 2019. p. 301-384.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. **European Journal of agronomy**, v. 28, n. 4, p. 614-624, 2008.

LIMA, A. S. et al. Growth and production of *Zea mays* fertigated with biofertilizer and water blade in semiarid regions, Brazil. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 231, p. e520, 2020.

MAATHUIS, F. J. M. Physiological functions of mineral macronutrients. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, n. 3, p. 250-258, 2009.

MAAZOU, A. R. S.; QIU, J.; MU, J.; LIU, Z. Utilization of wild relatives for maize (*Zea mays* L.) improvement. **African Journal of Plant Science**, v. 11, n. 5, p. 105-113, 2017.

MARTINS, M. R. et al. Strategies for the use of urease and nitrification inhibitors with urea: Impact on N₂O and NH₃ emissions, fertilizer-15N recovery and maize yield in a tropical soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 247, p. 54-62, 2017.

MENEZES, J. F. S.; BERTI, M. P. S.; VIEIRA JUNIOR, V. D.; RIBEIRO, R. L.; BERTI, C. L. F. Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 55-59, 2018.

MUTLU, C.; ARSLAN-TONTUL, S.; CANDAL, C.; KILIC, O.; ERBAS, M. Physicochemical, thermal, and sensory properties of blue corn (*Zea mays* L.). **Journal of food science**, v. 83, n. 1, p. 53-59, 2018.

PANDEY, R. Mineral Nutrition of Plants. In: **Plant Biology and Biotechnology**. Springer, New Delhi, 2015. p. 499-538.

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the new York academy of sciences**, v. 1312, n. 1, p. 105-112, 2014.

ROBERTSON, G. P.; VITOUSEK, P. M. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. **Annual review of environment and resources**, v. 34, p. 97-125, 2009.

SÁNCHEZ G, J. J. et al. Three new teosintes (*Zea* spp., Poaceae) from México. **American journal of botany**, v. 98, n. 9, p. 1537-1548, 2011.

SANGOI, L.; SILVA, L. M. M. da; MOTA, M. R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.;

SIDDIQUI, M. H.; ALAMRI, S.; AL-KHAISHANY, M. Y.; KHAN, M. N.; AL-AMRI, A.; ALI, H. M.; ALSAHLI, A. A. Exogenous melatonin counteracts NaCl-induced damage by regulating the antioxidant system, proline and carbohydrates metabolism in tomato seedlings. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, p.1-23, 2019.

SIMÃO, E.P.; RESENDE, A.V.; GONTIJO NETO, M.M.; SILVA, A.F.; GODINHO, V.P.C.; GALVÃO, J.C.C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A.C.; GIEHL, J. Nitrogen fertilization in off-season corn crop in different Brazilian Cerrado environments. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.55, e01551, 2020.

SOUSA, G.G.; SOUSA, H.C.; SANTOS, M.F.; LESSA, C.I.N.; GOMES, S.P. SALINE WATER AND NITROGEN FERTILIZATION ON LEAF COMPOSITION AND YIELD OF CORN. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 1, p. 191 – 198, 2022.

SOUZA, E.G.F.; CRUZ, E.A.; FRANÇA, R.F.; SANTOS, M.G.; SILVA, T.G.F.; LEITE, M.L.M.V.; BARROS JÚNIOR, A.P.; BEZERRA NETO, F. Economic nitrogen doses via fertigation for corn cultivation in a semiarid environment. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, e52045, 2021

SOUZA, N. M. de; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. E. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses SPIERTZ, J. H. J. Nitrogen, sustainable agriculture and food security: a review. In: **Sustainable Agriculture**. Springer, Dordrecht. 2009. p. 635-651.

TANDZI, N. L.; MUTENGWA, C.S. Estimation of Maize (*Zea mays* L.) Yield Per Harvest Area: Appropriate Methods. **Agronomy**, v.10, p.e29, 2020

TYSKA, D.; MALLMANN, A. O.; SIMÕES, C. T.; SILVA, C. R.; GRESSLER, L. T.; MALLMANN, C. A. Prediction of fumonisins B1 and B2 in corn distiller's dried grains with solubles through near-infrared reflectance spectroscopy. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, n. 11, p. 4514-4521, 2022.

VERGARA-DÍAZ, O. et al. A novel remote sensing approach for prediction of maize yield under different conditions of nitrogen fertilization. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. e666, 2016.

WANG, X.; FAN, J.; XING, Y.; XU, G.; WANG, H.; DENG, J.; WANG, Y.; ZHANG, F.; LI, P.; LI, Z. The Effects of Mulch and Nitrogen Fertilizer on the Soil Environment of Crop Plants, **Advances in Agronomy**, v.153, p.121-173, 2019.

WHITE, P. J.; BROWN, P. H. Plant nutrition for sustainable development and global health. **Annals of Botany**, v. 105, n. 7, p. 1073-1080, 2010.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annual review of plant biology**, v. 63, p. 153-182, 2012.

YAN, J.; WARBURTON, M.; CROUCH, J. Association mapping for enhancing maize (*Zea mays* L.) genetic improvement. **Crop science**, v. 51, n. 2, p. 433-449, 2011.