

BRUNO DOS SANTOS LAURIANO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea Mays spp.*)

Ji-paraná

2020

BRUNO DOS SANTOS LAURIANO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea
Mays spp.*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora do Centro Universitário São Lucas, como requisito de aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Me. Celso Pereira de Oliveira.

Ji-paraná

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L384 Lauriano, Bruno dos Santos
Análise da influência de nitrogênio na produção de milho (*Zea Mays spp.*) / Bruno dos Santos Lauriano. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas, 2020.
20 f. : il.

Orientador: Me. Celso Pereira de Oliveira
Artigo Científico - Graduação em Engenharia Agrônoma –
Centro Universitário São Lucas, Ji-Paraná/RO.

1. Nitrogênio. 2. Ureia. 3. Adubação cobertura. 4. Milho 5.
Produtividade. I. Título. II. Oliveira, Celso Pereira.

CDU 661.5

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

BRUNO DOS SANTOS LAURIANO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea Mays spp.*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora do Centro Universitário São Lucas, como requisito de aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Me. Celso Pereira de Oliveira.

Ji-Paraná, ____ de _____ de 2020.

Resultado:

BANCA EXAMINADORA

Itado: _____

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Me. Celso Pereira de Oliveira

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Dr. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Me. Alan Antonio Miotti

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea Mays spp.*)

RESUMO: A produção de milho vem crescendo exponencialmente no Brasil, sendo cultivado em todas as regiões do país, servindo como base para alimentação humana, animal e geração de combustíveis. A alta produtividade desse grão está ligada à nutrição da planta, sendo o nitrogênio elemento fundamental que removido em grandes quantidades do solo durante o ciclo, eleva a produtividade de grãos. De fácil adaptação, o milho é utilizado nos diversos tipos de sistemas de plantio, e com avanços tecnológicos, seu potencial de produtividade elevou drasticamente. Sua produtividade é definida pela quantidade de nutrientes extraído do solo, o nitrogênio é constituinte de tecidos vegetais, fazendo parte de várias moléculas, tornando assim um limitador de produção. Sua forma absorvível pelas plantas está no NH_4^+ e NO_3^- , sendo o restante do N_2 presente na forma orgânica e não prontamente disponível para as plantas. A adubação de cobertura com uréia é utilizada para complementar as exigências da cultura por esse elemento quando não suprido pelo solo, garantindo assim, alta produtividade. Os trabalhos avaliados foram selecionados por critérios: adubação em cobertura utilizando ureia 45% N_2 nas doses (0, 40, 80, 120) e (0, 50, 100, 150) kg N_2 por ha^{-1} em latossolo. Analisados e comparados trabalhos e dosagens, a recomendação de 120 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N_2 utilizando como fonte a ureia em cobertura e aplicação de nitrogênio no sulco de plantio, aumenta a produtividade de grãos exponencialmente.

Palavras-chave: Nitrogênio. Ureia. Adubação cobertura. Milho. Produtividade.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF NITROGEN ON MAIZE PRODUCTION (*Zea Mays spp.*)

ABSTRACT: Maize production has grown exponentially in Brazil, being grown in all regions of the country, serving as a basis for human, animal and fuel generation. The high productivity of this grain is linked to the nutrition of the plant, with nitrogen being a fundamental element that removed in large quantities from the soil during the cycle, increases grain productivity. With easy adaptation, maize is used in several types of planting systems, and with technological advances, its productivity potential has increased drastic. Its productivity is defined by the amount of nutrients extracted from the soil, nitrogen is a constituent of plant tissues, being part of several molecules, thus making it a production limiter. Its absorbable form by plants is in NH_4^+ and NO_3^- , the rest of N_2 being present in organic form and not readily available to plants. Coverage fertilization with urea is used to complement the crop requirements for this element when not supplied by the soil, thus ensuring high productivity. The evaluated works were selected by criteria: covering fertilization using urea 45% N_2 in doses (0, 40, 80, 120) and (0, 50, 100, 150) kg N_2 per ha^{-1} in an oxisol. Analyzed and compared works and dosages, the recommendation of 120 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of N_2 using urea in coverage and application of nitrogen in the planting furrow increases the grain productivity exponentially.

Keywords: Nitrogen. Urea. Covering fertilization. Maize. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

O milho, importante commodities agrícola no mundo, fonte energética na produção de ração animal e base alimentar de vários países, também faz parte da produção de combustível renovável com produção estimada para 2020 de 102,5 milhões de toneladas, um crescimento de 2,5% comparado ao ano anterior (CONAB, 2019; 2020).

Cultivado por todas as regiões do Brasil em épocas diferentes devido a condições climáticas, a primeira safra ocorre na maior parte produtora do país com concentração de semeio na primavera/verão, excluindo a região Norte e Nordeste devido a maior concentração de chuvas ocorrer a partir de janeiro, denominada de segunda safra (CONTINI et al., 2019).

Segundo Soares (2003) a alta produtividade do milho é condicionada ao momento correto e dose adequada de nutrientes fundamentais para seu desenvolvimento. Dentre os nutrientes absorvidos pelas plantas, o nitrogênio é um dos que sobressaem quanto em alta produtividade de sistemas intensivos e tecnificados com 75% do N absorvido exportado para o grão (COELHO e FRANÇA, 1995).

Devido à grande quantidade de nitrogênio removida pela cultura do milho, a adubação nitrogenada é requerida para suprir a necessidade não fornecida pelo solo quando em produtividades elevadas, resultando assim em diversos experimentos sob diferentes condições de solo, clima, cultivo que comprovam a eficácia do uso de nitrogênio na cultura (COELHO, 2006).

De acordo com Araújo, Ferreira e Cruz (2004) em seu trabalho utilizando tratamentos com 0, 60, 120, 180 e 240 kg.ha⁻¹ de N, constataram que o nitrogênio é determinante no desenvolvimento da cultura do milho, com o aumento na dose houve incremento da produtividade de grãos e matéria seca da parte aérea. Basi et al. (2011) afirmam que a qualidade dos grãos, MS, MV e elevação do teor de PB nas folhas, são resultados da adubação nitrogenada em plantas de milho.

Lima et al. (2019) utilizando híbridos de milho e doses de 0, 100, 200, 300 kg.ha⁻¹ de N e uréia como fonte, obtiveram altos rendimentos em suas análises como: massa de mil grãos e na requeima, onde o limiar máximo de produtividade foi de 249 kg.ha⁻¹ para as condições estudadas.

Com o aumento e necessidade de utilização de níveis tecnológicos na produção de extensas áreas, torna-se necessário buscar na adubação, fontes que promovam maior rendimento operacional e proporcionem alta produtividade minimizando perdas e com melhor custo benefício. Sabendo que a literatura sobre esta cultura é vasta de pesquisas, trabalhos e experimentos conduzidos, será realizado uma revisão bibliográfica.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo revisar sobre diferentes doses de nitrogênio utilizando uréia como fonte, aplicada em cobertura na cultura do milho e sua influência na produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS DO MILHO

O milho cultivado atualmente, veio da domesticação de seu ancestral selvagem teosinte, com origem onde hoje é território mexicano, foi cultivado nas Américas e posteriormente atingiu outros continentes onde é cultivado em diversos ambientes utilizando tecnologias na produção (EPAMIG, 2006).

De acordo com Magalhães e Durães (2006) o cultivo deve ser feito em regiões que possuam precipitação entre 300 e 5000mm anualmente, sendo utilizada aproximadamente 600mm por ciclo.

Fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura do milho estão relacionados com: temperatura sendo os limites extremos toleradas entre 10 e 30°C, disponibilidade de água consumida pela planta durante seu ciclo aproximada de 600mm e intensidade luminosa, por ser uma planta do tipo C4 suporta grande quantidade de radiação solar, o que favorece a alta produção de grãos e maturação (CRUZ *et al.*, 2006).

Consolidado como importante produto na alimentação animal e exportação, possui relevante papel como possível matriz energética através da produção de etanol à base de milho (CONAB, 2019).

Coelho (2006) diz que, com as mudanças e avanços tecnológicos no Brasil, a cultura do milho vem alcançando produtividades cada vez maiores nos últimos anos, aliada a atenção dos produtores para melhorias no solo, unindo tecnologia, manejo do solo e rotação de culturas para construir uma agricultura sustentável.

2.2 IMPORTANCIA DO MILHO

De fácil adaptação e com alta capacidade de produção, é muito utilizada em rotação de culturas no plantio direto, além de ser altamente responsiva a níveis tecnológicos, é fundamental o aperfeiçoamento dos sistemas de produção para se obter o máximo do potencial genético das sementes utilizadas e alcançar alta produtividade (CRUZ *et al.*, 2006).

Com sucessivos avanços tecnológicos, como a hibridação e utilização de ferramentas de biotecnologia no decorrer dos anos, seu potencial de produtividade aumentou drasticamente e os ganhos observados durante este período tem relação direta com práticas e adoções de técnicas eficientes e linhagens mais produtivas (JANDREY, 2014).

O milho juntamente com o arroz, trigo e a soja, dominam o mercado de grãos mundial, apresentando grandes incrementos na produção ao longo dos anos, principalmente em países em desenvolvimento. Considerado como fundamental na agricultura brasileira, antes cultivado como subsistência de pequenos produtores, atualmente exerce papel eficiente no comércio agrícola e crescente expansão da produção no país (EPAMIG, 2006; CONTINI *et al.*, 2019).

2.3 NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO

A quantidade de nutrientes extraído pela planta durante seu ciclo, define seu potencial de produtividade, essa extração tem relação com a produção obtida nos grãos e palhada, onde independente da produção, será necessário adicionar a quantidade de nutriente extraído através de adubação (COELHO e FRANÇA, 1995).

Segundo Taiz *et al.* (2017) o nitrogênio é constituinte de diversos sistemas nos vegetais, sendo elemento fundamental no desenvolvimento das plantas e sua deficiência é facilmente notada principalmente nas folhas. Essencial por todos os organismos vivos e limitador na produção, sua quase totalidade faz parte de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e outros componentes celulares, constituinte das moléculas de clorofila, nucleotídeos, vitaminas e coenzimas (VIEIRA, 2017; ERNANI, 2003).

De acordo com Amado, Mielniczuk e Aita grande parte do nitrogênio no solo está na sua forma orgânica, estável e não disponível de imediato à cultura, sendo necessário a mineralização por microrganismos do solo. O uso de adubação nitrogenada é uma alternativa para atingir produtividades elevadas, sabendo que a cultura do milho remove grandes quantidades deste elemento do solo (COELHO e FRANÇA, 1995).

Martinelli (2001) diz que o nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes às culturas, onde em lugares que há falta e como consequência baixas produtividade e outros em excesso ao ponto de ser considerado como poluente.

2.4 DISPONIBILIDADE E ABSORÇÃO

A uréia devido ao baixo custo e alta solubilidade, quando aplicada em solo é hidrolisada e convertida em carbonato de amônio através de microrganismos produtores de uréase, e rapidamente decomposta originando NH_4^+ , bicarbonato e hidroxila, o que torna sua incorporação necessária tanto para melhor aproveitamento e disponibilização de N no solo quanto para evitar perdas por volatilização (SILVA *et al.*, 2012; VIEIRA, 2017).

Sendo uma molécula de caráter hidrofóbico e não iônica, se torna a opção mais indicada na aplicação foliar, disponibilizando assim o N mais rapidamente que demais fertilizantes nitrogenados (ERNANI, 2003).

A volatilização da uréia NH_3 em superfície acarreta grandes perdas, o que torna necessária a incorporação da mesma em profundidade à 5 cm ou através de irrigação após adubação, em razão do N ter sua absorção por fluxo de massa, a posição do adubo depositado não exerce grande influência na absorção pelas plantas (CFSEMG, 1999).

As formas de N disponíveis no solo para a planta é através do amônio e nitrato, que são supridos pelo fluxo de massa, movimentando-se em direção às raízes com o fluxo da água devido o gradiente hídrico criado na rizosfera, sendo assim, nutrientes contidos na solução absorvidos pela raiz, o suprimento leva em consideração a quantidade de nutriente contido na solução e a disponibilidade de água no solo (ERNANI, 2003).

O amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), constituindo menos de 2% do nitrogênio no solo, são as principais formas disponíveis às plantas, deve-se considerar o nitrogênio mineralizado pela cultura, sendo que na forma orgânica quase todo nitrogênio presente no solo (COELHO e FRANÇA, 1995).

Segundo Ernani (2003) a uréia é um composto orgânico sintetizada pela combinação de duas etapas entre a amônia e o gás-carbônico, pelo seu baixo custo relativo por unidade de N e alta concentração, ocupada a posição de fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil, com fácil disponibilidade no mercado, necessitando apenas duas etapas para transformação em nitrato (hidrólise e nitrificação).

A alta produtividade de híbridos modernos possuem acúmulo de massa seca semelhante aos cultivares anteriores, porém, com armazenamento de nutrientes nos estádios iniciais, passando a alterar as recomendações de N em plantio de 10 a 20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para 30 a 45 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo inicialmente fundamental para garantir diferenciação floral e desenvolvimento do sistema radicular modulando a síntese de citocinina, podendo alterar sua fisiologia (EPAMIG, 2006)

2.5 ADUBAÇÃO DE COBERTURA

A adubação nitrogenada em cobertura deve levar em consideração características específicas para cada condição e resposta esperada na produção, de modo geral variando de 60 à 100 kg N/ha para milho sequeiro e de 120 à 160 kg N/ha

em cultivos onde há emprego de alta tecnologia, irrigação e busca por alta produtividade. Outras variáveis devem ser levadas em consideração: Tipo de cultivo, época de plantio, clima, cultivares responsivas ou não, dentre outros, tornando a utilização do N mais específica e precisa para cada situação (COELHO, 2006).

De acordo com Ribeiro, Guimarães e V. (1999) a adubação de cobertura para o cultivo do milho grão, deve ser aplicada na superfície do solo ou por água junto a irrigação ao apresentarem entre 6 à 8 folhas expandidas, com observação a cultivos anteriores na área, onde pode haver incremento ou decréscimo da dose e observação do tipo de solo, onde em solos arenosos a adubação deverá ser parcelada em 2 aplicações nos estádios de 6 e 10 folhas, utilizando-se uréia a incorporação será necessária para reduzir perdas por volatilidade.

Fatores que influenciam na adubação nitrogenada devem ser analisados, como: condições edafoclimáticas, se plantio direto ou convencional, semeadura (safra ou safrinha), aptidão de resposta da cultivar, rotação cultural, período e tipo de aplicação, a fonte de N utilizada, entre outros fatores como valores econômicos e manejo operacional, tornando a recomendação específica e não generalizada (COELHO, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aptidão para o uso do solo Rondoniense de acordo com a SEDAM, demonstra que 59% do território é propício ao cultivo de lavouras de diferentes níveis. Com predominância de Latossolos, representando aproximadamente 58% (compondo 26% LVA, 16% LV e 16% LA), Argissolos e Neossolos 11% cada, Cambissolos 10%, Gleissolos com 9% e demais classes ocupando 1% restante do território (SCHLINDWEIN et al., 2012).

Os trabalhos analisados foram enquadrados em critérios como: Tipo de solo – Latossolos que são predominantes no estado de Rondônia; o fornecimento de N através de uréia 45%; os tratamentos foram nas doses (0, 40, 80, 120 kg/N ha⁻¹ e 0, 50, 100, 150 kg/N ha⁻¹); e modo de aplicação através de adubação sobre cobertura de plantas em diferentes estádios que variaram de V3 à V8.

Tabela 1. Produtividade de grãos utilizando dosagens de 0, 40, 80 e 120kg N ha⁻¹.

Doses N (kg.ha ⁻¹)	Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
Gitti et al. (2013)	4743	5336	5858	6205
Valderrama et al. (2014)	5861	6686	7702	7484
Queiroz et al. (2011)	6141	6584	7027	7471
Farinelli e Lemos (2012)	6678	7570	8240	9030
Goes et al. (2013)	7310	7523	7595	7836
Valderrama et al. (2011)	8757	10361	10295	11191

Gitti et al. (2013) Tabela 1, em seu trabalho utilizando doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha, obtiveram resultados no aumento da produtividade com rendimentos ajustando-se de maneira quadrática, conforme o aumento da disponibilidade de N, obtendo maior produtividade na dose de 129 kg.ha⁻¹ de N e 6.236 kg.ha⁻¹ de grãos ha⁻¹.

Resultados diferentes encontrados por Gazola et al. (2014) avaliando a adubação nitrogenada em cobertura do milho safrinha, obteve a resposta máxima de produtividade na dose de 149,5 kg.ha⁻¹ com ganho de 3.107 kg.ha⁻¹ de grãos, incremento de 46% em relação à testemunha. Resultado este, devido à baixa disponibilidade de matéria orgânica no solo e a alta exigência da cultura em nitrogênio que influencia diretamente a atividade fotossintética.

Valderrama et al. (2014) Tabela 1, em seu trabalho analisando a produtividade do milho safrinha, encontraram valores de máxima produtividade de 7.702 kg.ha⁻¹ com a dose de 80 kg.ha⁻¹ de N representando incremento de 23% em relação à testemunha, considerando assim, aumento da produção de forma linear até a dose de 120kg.

Resultados aproximados foram encontrados por Torres et al. (2014), utilizando o mesmo tipo de plantio com milho safrinha, concluíram que culturas antecessoras ao plantio do milho contribuem para maior produtividade mesmo na ausência de adubação nitrogenada, com aumento linear da produção até a dose de 120 kg.ha⁻¹ N e ponto máximo de produtividade pela regressão quadrática na aplicação de 80,74 kg.ha⁻¹ de N.

Queiroz et al. (2011) Tabela 1, constataram que a adubação nitrogenada influenciou diretamente na produtividade, observaram produção de 7470,76 kg.ha⁻¹ de grãos na dose mais eficiente utilizando 120 kg.ha⁻¹ de N, apresentando ganho de forma linear ao aumento da dose, com incremento de 11,08 kg.ha⁻¹ para cada kg de N aplicado, atingindo a produtividade máxima de 7914 kg.ha⁻¹ de grãos utilizando 160 kg.ha⁻¹ de N. Observaram também, a produção de 6.140,8 kg.ha⁻¹ no tratamento testemunha, afirmam que o valor encontrado é devido a disponibilidade de N no solo, proveniente de M.O.S., com potencial de produção de 3.000 kg.ha⁻¹ de grãos, o que foi suficiente para suprir a demanda mínima da cultura.

Mortate et al. (2018) em seu experimento utilizando a dose 200 kg.ha⁻¹ de N, obtiveram a produção de 7.344 kg.ha⁻¹ de grãos, considera ainda que, o comprimento de espigas e diâmetro influenciam na quantidade de grãos disponíveis, fator esse que influenciado pelo nitrogênio, participa do metabolismo vegetal e biossíntese de proteínas e clorofilas.

Farinelli e Lemos (2012) Tabela 1, em seu trabalho avaliando a produção de grãos em plantio direto, observaram resultados crescentes com o aumento das doses em cobertura, ajustando em um modelo de equação quadrático, obtiveram a produtividade de 8.872 kg.ha⁻¹ de grãos com a aplicação de 151 kg.ha⁻¹ de N,

Em desacordo, Machado et al. (2013) encontraram resultados superiores utilizando as doses 0, 60, 90, 120 e 150 kg.ha⁻¹ de N no sistema de plantio direto, constataram que houve incremento da produtividade até a dose de 121,5 kg.ha⁻¹, havendo decréscimo linear em doses maiores, produzindo assim 9.868 kg.ha⁻¹ de grãos com a dose de 120 kg.ha⁻¹, resultado este obtido pelo nível de matéria orgânica disponível no solo 38,5 g.kg, aliado a adubação de base 40 kg.ha⁻¹ de N, juntamente com a adubação de cobertura, complementou as exigências do elemento pela cultura.

Goes et al. (2013) Tabela 1, encontrou em seus resultados conforme a função quadrática, produtividade máxima na dose de 105 kg.ha⁻¹ N, observando que o nitrogênio tendo como fonte a uréia, melhora a eficiência fotossintética, os teores de clorofila e interceptação solar, e com o aumento do período fotossintético, contribui para translocação de fotoassimilados e enchimento de grãos.

Avaliando a produtividade com doses de 0, 20, 40, 60 e 80 kg N ha⁻¹, Goes et al. (2012) não observaram efeito entre as doses utilizadas, obtendo nas aplicações de 0 e 80 kg.ha⁻¹ a produção de 6.825,87 e 7.683,50 kg.ha⁻¹ de grãos. De acordo com

Goes et al. (2013), a uréia promove aumento na produtividade a partir da dose de 80 kg.ha⁻¹ de N.

De acordo com Valderrama et al. (2011) Tabela 1, utilizando sistema de plantio direto, a produtividade de grãos foi influenciada pela aplicação de N, adequando a função linear onde a maior produção foi 11.191 com a dose de 120 kg.ha⁻¹, incremento de 78,25% em comparação à testemunha, efeito esse explicado pelo aumento do teor de N foliar e quantidade espigas por ha. Ressaltando ainda incremento de 18 kg de grãos para cada kg N.

Discordante a Valderrama et al. (2011), resultados aproximados foram encontrados por Farinelli e Lemos (2010), avaliando em seu trabalho a aplicação de 92 kg.ha⁻¹ de N, encontraram resultado aproximado de 10.476 kg.ha⁻¹ de grãos, o que corrobora para afirmação de que na presença de alta M.O.S. a eficiência agrônômica do nitrogênio aumenta em resposta linear até o decréscimo a partir da máxima produção.

Tabela 2. Produtividade de grãos utilizando dosagens de 0, 50, 100 e 150kg N ha⁻¹.

Doses N (kg.ha ⁻¹)	Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)			
	0	50	100	150
Souza, Buzetti e Moreira (2015)	4360	5559	5983	6474
Souza et al. (2011)	4562	5549	6330	6981
Zucareli et al. (2019)	5331	7014	7638	7643
Kappes et al. (2014)	8512	9291	9846	9828
Batista et al. (2020)	10084	10081	10175	10111
Goes et al. (2014)	11631	12236	12334	12085

Souza, Buzetti e Moreira (2015) Tabela 2, avaliando a viabilidade de fontes e doses de nitrogênio, sem a utilização de N na base de plantio e M.O.S. de 31 g.kg⁻¹, obtiveram a maior produtividade de grãos, conforme função quadrática, na dose de 140 kg.ha⁻¹ de N, em resposta linear, a produtividade teve aumento até a dose de 200 kg.ha⁻¹.

Divergente dos resultados encontrados, Okumura et al. (2013) em plantio com M.O.S. de 40,72 g.kg⁻¹ e adubação de base com 40 Kg.ha⁻¹ de N aplicados, obtiveram resultados superiores de acordo com a função quadrática de aproximadamente

13.288 kg.ha⁻¹ de grãos utilizando a dose de 145,18 kg N, com ponto máximo de eficiência em 118,21 kg.

No experimento de Souza et al. (2011) Tabela 2, utilizando milho safrinha, encontrou na dose de 150 kg.ha⁻¹ sua recomendação e a máxima produtividade na aplicação de 200 kg.ha⁻¹ com incremento na produção de 8% acima da dose recomendada. Resultado esse obtido com um híbrido precoce com porte e inserção de espiga médios e com disponibilidade hídrica durante o experimento, fatores estes que influenciam altas produtividades, sendo o tipo de híbrido utilizado também responsável na assimilação e utilização dos nutrientes disponíveis.

Raasch et al. (2016) encontraram valores superiores no cultivo do milho safrinha, com a máxima produtividade de grãos estimada em 8.398 kg.ha⁻¹, obtida com aplicação de 78,6 kg.ha⁻¹ de N, o que corresponde a 3.623 kg.ha⁻¹ de grãos acima do tratamento testemunha. A baixa quantidade de N no solo, não supria a demanda do nutriente para elevada produtividade, necessitando a adubação de cobertura com nitrogênio, fator esse favorecido pela precipitação de 723 mm durante todo experimento, maximizando a utilização da uréia.

Zucareli et al. (2019) Tabela 2, em seu experimento avaliando diferentes densidades de plantas, encontrou valores conforme função quadrática de 7.771 kg.ha⁻¹ com a dosagem aproximada de 120,05 kg de N, com densidade de 80.000 plantas. Cita ainda que, o adensamento de plantas aumenta sua altura, diâmetro do colmo, inserção da primeira espiga, massa foliar e teor de N nos grãos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Melo, Corá e Cardoso (2011), avaliando densidade de plantas e rendimento do milho em plantio direto, obtiveram máxima produtividade de grãos conforme função quadrática, utilizando a dose de 120 kg.ha⁻¹ de N e densidade 83.000 plantas ha⁻¹, expressando variações de produtividade em menores densidades. Densidades maiores podem não influenciar na interceptação luminosa e maiores doses de nitrogênio pode acarretar maiores níveis do nutriente nas folhas e reduzir o rendimento de grãos.

Kappes et al. (2014) Tabela 2, avaliando o manejo do nitrogênio em sistemas de plantio direto, estimou, conforme modelo de regressão aplicado linearmente, que para cada 50 kg.ha⁻¹ N, houve incremento de 450 kg.ha⁻¹ de grãos e com a aplicação de 100 kg.ha⁻¹ proporcionou 9.846 kg.ha⁻¹ de grãos, incremento de 15% comparado a testemunha, confirmando a necessidade de N, pois sua disponibilidade foi

insuficiente para suprir a demanda necessária da cultura. Logo que, a mineralização do nitrogênio depende da cultura antecessora e disponibilidade hídrica.

Resultados próximos foram observados por Maestrello et al. (2014) onde, analisando doses de 0, 40, 80 e 120 kg.ha⁻¹ de N em sistema de plantio direto, obtiveram os resultados de 9.598 kg.ha⁻¹ de grãos com a dose de 80 kg.ha⁻¹, e ajustado na função quadrática a máxima produtividade foi alcançada na dosagem de 89 kg.ha⁻¹. Resultado este, obtido pelo suprimento de N fornecido pelo solo, onde em sistemas de plantio direto o solo pode estar com boas propriedades de mineralização e imobilização, mantendo assim, altos estoques de nitrogênio.

Batista et al. (2020) Tabela 2, não obtiveram diferença estatística significativa em seu trabalho. Fato este, devido a ótima fertilidade do solo, e a adição de adubação de base junto à mineralização da M.O.S. existente, conclui-se que os tratamentos não foram eficazes pois o solo apresentava quantidades significativas de nutrientes para a cultura.

Em concordância, Mendes et al. (2014) não obtiveram diferenças significativas na produção utilizando as doses de 150 e 200 kg.ha⁻¹ de N, com produções de 13.551 e 13.557 kg.ha⁻¹ de grãos respectivamente, com incremento de 3.396 kg.ha⁻¹ de grãos em relação a testemunha e a maior dose.

Goes et al. (2014) Tabela 2, utilizando a dose de 60 kg.ha⁻¹ de N obteve a máxima produção de grãos conforme ajuste quadrático. Resultado este, sendo possível reflexo do uso do nutriente, que prolonga atividade fotossintética, resultando em maior acúmulo de carboidratos nos grãos. Condição climática, temperatura, precipitação, M.O.S, adubação de base. e híbridos com alto potencial produtivo, são fatores que contribuem para o rendimento e auxiliam no suprimento de exigências da cultura.

Resultados aproximados foram encontrados por Lima et al. (2019) avaliando as doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N, adequando a função quadrática encontraram a máxima produtividade estimada em 13.379,69 kg.ha⁻¹ de grãos com aplicação da dose de 249 kg.ha⁻¹ de N e 11746,82 , 12645,12 e 13406,45 kg.ha⁻¹ com doses de 0, 100 e 200 kg.ha⁻¹ de N respectivamente.

Trabalhos a nível internacional, demonstram que o milho é responsivo até doses superiores, com aplicações de até 400 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. Bhatt (2012) em seu experimento utilizando diferentes densidades de plantas e doses de até 240

kg.ha⁻¹ de N, obteve produções elevadas de grãos até a dose máxima, com produção próxima à 14 ton.ha⁻¹ de grãos, dentre outros fatores também analisados na produção.

Kandil (2013) em seu trabalho utilizando as dosagens de 214, 286, 357 e 429 kg.ná⁻¹ de N, concluiu que a dose eficiente de nitrogênio aplicado, se estabeleceu em 357 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, onde doses maiores demonstraram rendimento máximo biológico, aumento da palhada e aumento na quantidade de grãos.

Sugiono e Krismawati (2020) utilizando dosagens até 450 kg.ha⁻¹ de N em associação a outros manejos, obtiveram produtividades próximas de 10 ton.ha⁻¹ de grãos, 102% acima da testemunha. Resultados estes, caracterizados pelo híbrido utilizado, juntamente com o manejo e tratos culturais aplicados junto ao plantio, observando assim, resultados expressivos, mesmo em doses menores.

O preço do produto, a facilidade de acesso e a produtividade esperada pela cultura, são fatores pelo qual adubações agressivas com grandes doses de N são utilizadas. Níveis tecnológicos auxiliam na máxima expressão do potencial da cultura, em alguns países, não se observa produções elevadas, devido ao preço de insumos e implementos.

4 CONCLUSÃO

A utilização de 120 kg N por ha⁻¹ em cobertura utilizando uréia 45% é eficiente no aumento da produtividade de grãos de milho.

Produtividades maiores podem ser alcançadas quando aplicado nitrogênio na base de plantio, conforme o tipo de manejo do solo utilizado.

5 REFERENCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O MILHO NO RS E SC ADAPTADA AO USO DE CULTURAS DE COBERTURA DO SOLO, SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

ARAÚJO, L. A. N. D.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. D. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 771-777, ago 2004.

BASI, S. et al. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 3, p. 219-234, 2011.

BATISTA, V. V. et al. NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO CULTIVO DE MILHO SEGUNDA SAFRA COM ELEVADAS DENSIDADES DE PLANTAS. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 1, p. 83-100, jan./mar. 2020.

BHATT, P. S. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7(46), p. 6158-6166, 5 December 2012.

BONO, J. A. M. et al. Fonte nitrogenada de liberação lenta na cultura do milho em um latossolo argiloso na região de Maracaju em Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 15, n. 2, p. 101-110, 2011.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 87-95, 2016.

CARMO, M. S. D. et al. DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DE MILHO DOCE (Zea mays convar. saccharata var. rugosa). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 223-231, Mar. 2012.

CFSEMG. **RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS - 5ª APROXIMAÇÃO**. Viçosa, MG: [s.n.], 1999.

CIVARDI, E. A. et al. UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA APLICADA SUPERFICIALMENTE E UREIA COMUM INCORPORADA AO SOLO NO RENDIMENTO DO MILHO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, jan./mar 2011.

COELHO, A. M. Nutrição e Adubação do Milho. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Circular Técnica 78**, Sete Lagoas, MG, p. 10, Dezembro 2006.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. D. Seja o doutor do seu milho - NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO. **ARQUIVO DO AGRÔNOMO - Nº 2**, Piracicaba - SP, n. 2, p. 25, set 1995.

CONAB. Perspectivas para a agropecuária. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 7, 2019.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 7, n. Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, p. 33, Set 2020. ISSN 2318-6852.

CONTINI, E. et al. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT2)**, Brasília - DF, p. 45, Fev 2019.

COSTA, F. R. et al. Desempenho de híbridos de milho para consumo in natura em diferentes doses de nitrogênio. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 2, p. 109-116, 2015.

CRUZ, J. C. et al. Manejo da cultura do Milho. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Circular técnica 87**, Sete Lagoas, MG, p. 12, Dezembro 2006.

EPAMIG. Cultivo do milho no sistema plantio direto. **INFORME AGROPECUARIO**, Belo Horizonte - MG, v. 27, n. 233, p. 136, jul/ago 2006.

ERNANI, P. R. **DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO E ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA A MACIEIRA**. Lages: Graphel, 2003. 76 p.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E MANEJOS DO SOLO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2010.

- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO CONSOLIDADOS. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, jan./mar. 2012.
- FELISBERTO, G. et al. DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO SOB PLANTIO DIRETO ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO E PLANTAS DE COBERTURA. **XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016**, Florianópolis - SC, 24 - 28 julho 2016.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, p. 183-184, jan-mar 2014.
- GAZOLA, D. et al. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 7, p. 700-707, 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Editora atlas S/A, 2008.
- GITTI, D. D. C. et al. INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA DO MILHO SAFRINHA. **Milho Safrinha - XII Seminário Nacional**, Dourados, MS, 26 - 28 novembro 2013. 6.
- GOES, R. J. et al. NITROGÊNIO EM COBERTURA PARA O MILHO (*Zea mays* L.) EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA SAFRINHA. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012.
- GOES, R. J. 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.
- GOES, R. J. et al. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura para a cultura do milho em espaçamento reduzido. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 257-263, 2014.
- JANDREY, D. Manejo de milho para altos rendimentos. **Pioneer**, 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/180/manejo-de-milho-para-altos-rendimentos>>. Acesso em: 13 set. 2020.
- 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(3), p. 1902-1908, 2013.
- KAPPES, C. et al. MANEJO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014.
- LAURIANO, B.; RIBEIRO, C.; PEREIRA, C. adasdasdas. **asdasdas**, dsadadsa, p. dsadas, sadasdas dsadasd.
- LIMA, G. B. D. et al. Doses de nitrogênio em cobertura no milho. **Revista Cultivando o Saber**, v. Edição especial, p. 12 - 22, 2019.
- LYRA, G. B. et al. Crescimento e produtividade do milho, submetido a doses de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 578-586, jul/ago 2014.
- MACHADO, V. J. et al. Produtividade da cultura do milho em função de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v. 8, n. 5, p. 93-114, dezembro 2013.

- MAESTRELO, P. R. et al. Aplicação de ureia revestida em cobertura no milho irrigado sob sistema de semeadura direta. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 9, n. 2, p. 192-199, 2014.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. **Circular Técnica 76**, Sete Lagoas, MG, p. 10, Dezembro 2006.
- MARTINELLI, L. A. OS CAMINHOS DO NITROGÊNIO – DO FERTILIZANTE AO POLUENTE. **INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS**, Costa do Sauípe, BA, n. 118, p. 10, junho 2001.
- MÁXIMO, P. J. D. M. et al. Adubação nitrogenada em cobertura em dois cultivares de milho no Cariri-CE. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, n. 1, p. 23-28, jan./mar 2019.
- MELO, F. D. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, n. 1, p. 27-31, jan-mar 2011.
- MENDES, M. C. et al. DOSE DE NITROGÊNIO ASSOCIADO A ENXOFRE ELEMENTAR EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2014.
- MORTATE, R. K. et al. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018.
- OKUMURA, R. S. et al. Nutrição nitrogenada no milho fertilizado com uréia tratada com inibidor de urease. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 157-170, jan./fev. 2013.
- QUEIROZ, A. M. D. et al. 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.
- RAASCH, H. et al. Doses de nitrogênio em cobertura no milho de segunda safra em Nova Mutum – MT. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 4, p. 517 - 529, Outubro a Dezembro 2016.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V., V. H. A. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.
- SAMPAIO, R.; MANCINI, M. ESTUDOS DE REVISÃO SISTEMÁTICA: UM GUIA PARA SÍNTESE CRITERIOSA DA EVIDÊNCIA CIENTÍFICA. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SANGOI, L. et al. Cobertura nitrogenada como estratégia para reduzir os prejuízos da desfolha em diferentes estádios fenológicos do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 671-682, mar./abr. 2014.
- SCHLINDWEIN, J. A. et al. SOLOS DE RONDÔNIA: USOS E PERSPECTIVAS. **Congresso sobre Recursos naturais na Amazônia Ocidental: Sustentabilidade Ambiental**, Rolim de Moura, 1, n. 1, Outubro 2012. 19.
- SILVA, A. D. A. et al. APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE UREIA DE LIBERAÇÃO GRADUAL NA CULTURA DO MILHO. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 104-111, Mar 2012.
- SOARES, M. A. INFLUÊNCIA DE NITROGÊNIO, ZINCO E BORO E DE SUAS RESPECTIVAS INTERAÇÕES NO DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO (*Zea Mayz* L.), Piracicaba, p. 92, 2003.

SOUZA, J. A. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; MOREIRA, A. Viabilidade econômica de fontes e doses de nitrogênio no cultivo do milho segunda safra em sistema de plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 308-313, jul./set. 2015.

SUGIONO; KRISMAWATI, A. Potency of maize production by the application of NPK (15-10-20) fertilizer and organic fertilizer on irrigated field dry season 1. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 456, n. 012089, 2020.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal [recurso eletrônico]**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TORRES, F. E. et al. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 9, n. 1, p. 36-41, 2014.

VALDERRAMA, M. et al. FONTES E DOSES DE NPK EM MILHO IRRIGADO SOB PLANTIO DIRETO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, abr./jun. 2011.

VALDERRAMA, M. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 659-670, mar./abr. 2014.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

ZUCARELI, C. et al. DENSIDADE DE PLANTAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E DESEMPENHO PRODUTIVO DO MILHO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 18, n. 2, p. 178-191, 2019.