

Produtividade e rentabilidade de diferentes tipos de adubação nitrogenada em cobertura no milho

Henrique Pessoa Noro^{1*}; Jorge Alberto Gheller¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}henriquepnoro@gmail.com

Resumo: A cultura do milho tem como um dos principais fatores de produção a adubação nitrogenada. Porém não só a produtividade é necessária, sendo a obtenção de lucro o fator predominante. Assim o objetivo deste experimento foi avaliar o rendimento bem como a relação de custo benefício de diferentes adubações nitrogenadas aplicadas em cobertura na cultura do milho. O experimento foi realizado na fazenda escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, entre os meses de setembro de 2022 a fevereiro de 2023. O delineamento utilizado foi em bloco ao acaso. Foram utilizados quatro tratamentos com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais, onde o T1: Testemunha; T2: Adubação a lanço de uréia 100 kg ha⁻¹; T3: Adubação a lanço de sulfato de amônio com 230 kg ha⁻¹; T4: Adubação foliar utilizando produto comercial a base de 32% de nitrogênio na dose de 6 L ha⁻¹. Os parâmetros avaliados foram o diâmetro do colmo, altura da espiga e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Observou-se que não existiu diferença estatística significativa entre os diferentes tipos de adubação nitrogenada na cultura do milho. No entanto, quando se observa a análise de custo-benefício, é possível perceber que o sulfato de amônio apresentou um ganho monetário favorável.

Palavra-chave: Custo benefício; Tratamentos; Rendimento; *Zea mays*

Yield and Profitability of Different Types of Nitrogen Fertilization in Corn

Abstract: One of the main production factors for corn cultivation is nitrogen fertilization. However, not only productivity is necessary, with obtaining profit being the predominant factor. Therefore, the objective of this experiment was to evaluate the yield as well as the cost-benefit ratio of different nitrogen fertilizers applied as top dressing in corn crops. The experiment was carried out on the school farm of the University Center of the Assis Gurgacz Foundation, between the months of September 2022 and February 2023. The design used was a randomized block design. Four treatments were used with five replications, totaling 20 experimental units, where T1: Control; T2: Broadcast urea fertilizer 100 kg ha⁻¹; T3: Broadcast fertilizer with ammonium sulfate at 230 kg ha⁻¹; T4: Foliar fertilization using a commercial product based on 32% nitrogen at a dose of 6 L ha⁻¹. The parameters evaluated were stalk diameter, ear height and productivity. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared using the Tukey test at 5% significance, with the aid of the SISVAR 5.6 statistical program. It was observed that there is no statistically significant difference between the different types of nitrogen fertilization in corn crops. However, when looking at the cost-benefit analysis, it is possible to see that ammonium sulfate presented a favorable monetary gain.

Keyword: Cost Benefit, Nitrogen Fertilization, Corn.

Introdução

O milho tem uma grande importância alimentícia, em todo o mundo, e, o Brasil está entre os maiores produtores do planeta. É uma cultura versátil com uma ampla gama de utilidades em várias áreas, incluindo ração para aves, indústria alimentícia e medicina. O milho é um

componente fundamental na produção de ração para aves, qual é sua principal utilização no mundo atualmente

A relevância econômica do milho se manifesta por meio de suas múltiplas aplicações, abrangendo desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Concretamente, a utilização do milho em sua forma de grão para a alimentação animal corresponde à maior parcela do consumo desse cereal, aproximadamente 70 % em escala global. Nos Estados Unidos, essa proporção atinge cerca de 50 %, enquanto no Brasil oscila entre 60 % e 80 %, dependendo da fonte de estimativa e das variações anuais (DUARTE, 2021).

Segundo a (CONAB, 2022) no último ano foram produzidas 114,7 milhões de toneladas de milho, onde 77,123 milhões de toneladas foram consumidas no mercado interno e 37,5 milhões de toneladas foram para a exportação.

Ainda mais, a cultura do milho foi cultivada em uma área de 21,97 milhões de hectares em todo o país, refletindo um incremento de 1,8 %. Este aumento pode ser atribuído ao crescimento da área destinada ao cultivo na segunda safra, ao passo que houve uma diminuição na primeira safra, (CONAB, 2022).

O cultivo avançado de milho demanda uma quantidade significativa de nutrientes, com foco na adição de nitrogênio, um dos principais macronutrientes necessários e de maior relevância para o desenvolvimento dessa cultura. Entre as opções de fertilizantes nitrogenados empregados na lavoura de milho, incluem-se o nitrato de amônio, o sulfato de amônio e a uréia.

A uréia é particularmente preferida devido ao seu elevado teor de N (45%). Entretanto, é imperativo manusear a mesma com cautela durante a aplicação, pois está suscetível a perdas decorrentes de volatilização, lixiviação e desnitrificação. (CARVALHO, 2023)

Besenet *et al*, (2020), concluíram que o aumento na quantidade de nitrogênio aplicada via solo na cultura do milho teve uma elevada eficiência na resposta da cultura, acrescentando mais que 100% na produção da cultura. Borghi *et. al*, (2007) avaliando o elemento nitrogênio, citaram que o mesmo tem papel fundamental como constituinte dos aminoácidos assim influenciando diretamente no tamanho e qualidade na semente.

Na cultura do milho, quando se dispõe de uma adubação nitrogenada correta via solo a planta apresenta uma resposta na produtividade. De acordo com Ohland *et al*. (2005), em níveis adequados de nitrogênio, a cultura mostra drásticas respostas na questão da produtividade. Atualmente faz-se a adubação nitrogenada em etapas sendo a primeira via solo na semeadura e as demais em cobertura realizadas entre os estádios vegetativo V4 até V8, onde apresentam melhoras na produtividade (LARA CABEZAS, 2004).

A adubação foliar nitrogenada, apresentou ganhos de peso de espiga e de grão, em um experimento realizado por Geocleber (2022), utilizando 50% e 100% da dose recomendada. A uréia é a fonte mais recomendada para a utilização via foliar por apresentar alto teor de nitrogênio, solubilidade e baixa corrosividade (BOARETTO *et al.*, 1999).

Na utilização de sulfato de amônio, alguns resultados mostram que doses crescentes de nitrogênio, ao contrário da uréia, reduzem o crescimento das plantas de milho e diminuem a produtividade de grãos, sendo que quando se utiliza uma baixa dose de N via foliar, desde que seja com uréia, ocorre o aumento da produtividade do milho (CALONEGO, *et al.*, 2012).

O fertilizante denominado sulfonitrato de amônio, ou, para simplificar, "adubo Namônio", apresenta uma composição com aproximadamente 26 % de nitrogênio (N) total, predominantemente na forma de amônio, com cerca de 18,5 % na forma amoniacal e 7,5 % na forma nítrica, acompanhados por aproximadamente 12 % de enxofre (S). Este fertilizante é composto por moléculas de DMPP, abreviação de "3,4 dimetil pirazol fosfato", desempenhando um papel fundamental na inibição do processo de nitrificação. A nitrificação é responsável pela perda de nutrientes e, portanto, a inibição desse processo é de grande relevância.

Segundo Cardoso (2022), a importância da inibição da nitrificação reside no fato de que ela promove a disponibilidade prolongada do nitrogênio (N) na forma de NH_4^+ para as plantas, minimizando, assim, as perdas de N devido à lixiviação do NO_3^- . Este fenômeno ocorre quando os nutrientes são arrastados para camadas mais profundas do solo.

Um dos indicadores importantes para os produtores de milho além da sua produtividade, são os custos que a cultura apresenta para sua implantação e condução quando comparado com seus resultados. Um dos fatores necessários para a produção que apresenta valor elevado é a adubação nitrogenada.

Desta forma, o objetivo deste experimento foi avaliar a produtividade e outros parâmetros produtivos, bem como avaliar custo benefício dos diferentes manejos de adubação nitrogenada na cultura do milho.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no campo de experimentação do Centro de Difusão de Tecnologia, no Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel, Estado do Paraná de altitude 740 m do nível do mar. A pesquisa foi realizada no período de 13 de setembro de 2022 até 20 de fevereiro de 2023.

O clima do local onde o experimento foi implantado caracteriza-se como Cfa - subtropical com precipitações médias 1695,8 mm ano⁻¹ (FRITZSON, 2011), cujo solo dominante na região é o latossolo vermelho distroférrico típico de textura muito argilosa (BHERING *et al*, 2007).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm.

Prof cm	pH (CaCl)	M.O g Kg ⁻¹	K	Ca emole dm ⁻¹	Mg	Al	V %	P	Fe	Mn mg dm ⁻¹	Cu	Zn
00-20	4,7	41,28	0,51	6,1	1,4	0,14	50,79	23,77	29,6	20,3	2,8	4,2

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L⁻¹).

O delineamento experimental utilizado no experimento foi em DBC (delineamento de blocos casualizados), composto por quatro tratamentos sorteados de forma aleatória, distribuídos em cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental era composta de seis linhas de milho espaçadas de 0,45 m entre si, num comprimento de quatro metros lineares, totalizando uma área de 10,8m² cada. Foram deixados corredores entre parcelas espaçados de um metro. Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das diferentes fontes, doses e épocas de aplicação de adubação nitrogenada utilizadas na cultura do milho.

Tratamento	Produto	Época de aplicação	Dose utilizada
T1	Testemunha	x	x
T2	Uréia	V4	100 kg ha ⁻¹
T3	S.Amonio	V4	230 kg ha ⁻¹
T4	N32	V8	6 L ha ⁻¹

Fonte: Autor 2022

A cultivar de milho utilizada foi a DKB 255, com adubo de base 15 10 14 de NPK aplicados em todas parcelas na quantia de 250 kg ha⁻¹.

Para controle de pragas e doenças que eventualmente surgiram, foram realizadas práticas preconizadas, empregando-se produtos químicos recomendados para a cultura

As formas de utilização destes diferentes tipos de adubação nitrogenada, foram a lanço para as fontes uréia e sulfato de amônio e via foliar para a fonte N32.

Os parâmetros avaliados neste experimento foram o diâmetro do colmo, realizado com um paquímetro medindo 10 colmos de plantas centrais de cada parcela. Também foi medido a

altura de espigas, empregando-se régua e medindo-se a distância do solo até a inserção de cada uma em 10 plantas de cada parcela do tratamento.

Para obtenção de parâmetro produtividade, foram colhidas manualmente 20 espigas de cada parcela nas linhas centrais. Após elas foram debulhadas e os grãos limpos de impurezas e mantidos separados. Foi medido a umidade com instrumento específico e a massas dos mesmo com balança eletrônica sendo após realizada a transformação das massas para a umidade de 14% e a seguir transformadas para kg ha^{-1} .

O valor de rentabilidade para cada forma e fonte de adubação foram obtidos pela definição de renda bruta de cada uma descontada dos respectivos custos.

Resultados e discussão

Após o estudo dos dados através da análise de variância e de complementação das médias pelo teste de Tukey a 5 F% de significância, os mesmos estão apresentados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3- Médias dos parâmetros produtividade, diâmetro do colmo e altura de inserção de espiga. Cascavel, 2023.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})	Diâmetro de colmo (mm)	Altura da inserção da espiga (m)
Testemunha	3235,68 a	19,38 a	1,53 a
Uréia	3650,90 a	20,78 a	1,57 a
S. Amônio	3943,92 a	21,54 a	1,55 a
N 32 Foliar	3455,40 a	20,60 a	1,54 a
Média geral	1867,80	20,57	1,55
DMS	747,177	2,374	0,139
P-Valor	0,0815	0,1086	0,8628
FC	2,857 ^{ns}	2,506 ^{ns}	0,238 ^{ns}
CV (%)	11,14	6,14	4,78

CV%= Coeficiente de variação. DMS= diferença mínima significativa. Fc= F calculado; n.s.= não significativo ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente, a nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Após a análise dos dados subsequentes à realização do teste de variância, não se observou diferença estatística significativa no parâmetro produtividade entre as médias dos diferentes tratamentos. No entanto verificou-se uma vantagem numérica do tratamento em que foi empregado o fertilizante Sulfato de Amônio em relação aos demais. Possivelmente tal diferença, deva-se a composição do fertilizante, que além do nutriente nitrogênio, apresenta parcela significativa do nutriente enxofre.

Da mesma forma que em nosso trabalho, Lara cabezas *et al* (2005), demonstraram em seu estudo que a aplicação de sulfato de amônio, tanto em fases anteriores à semeadura quanto como adubação em cobertura, resultou em um aumento significativo na produtividade de grãos de milho em comparação com a utilização de ureia, destacando a eficácia desse método agrícola.

Um estudo conduzido por Calonego (2012) demonstra que doses de adubação nitrogenada foliar utilizando sulfato de amônio resultam na redução do crescimento das plantas de milho e na diminuição da produtividade da cultura, em contraste com a adubação foliar com base de ureia.

Já Sousa *et al.* (2011), verificaram que as adubações com sulfato de amônio e ureia não apresentaram diferenças significativas em relação à produtividade de grãos e concluíram que possivelmente foram devido às irrigações ou às chuvas ocorridas após a aplicação, as quais contribuem para a redução das perdas por volatilização, especialmente no que diz respeito à amônio (NH₃) proveniente da ureia.

Também observou-se que o tratamento N32 Foliar, onde o nutriente nitrogênio foi aplicado via foliar, apresentou média semelhante estatisticamente aos tratamentos com nitrogênio a lanço de maneira tradicional. Possivelmente tal resultado tenha ocorrido diante dos altos teores de matéria orgânica no solo, que provavelmente tenha suprido às plantas de nitrogênio naqueles momentos que deveria receber o elemento em cobertura.

Para os parâmetros Diâmetro do colmo e Altura de inserção de espigas verificou-se que não ocorreu diferenças estatísticas entre as médias de todos os tratamentos, apenas diferenças matemáticas.

Tabela 4 – Custos, receitas e rentabilidade associados a cada modalidade de adubação à base de nitrogênio. Cascavel 2023.

Propriedades	Custo unitário (R\$ T ou L)	Custos (R\$ ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)	Rentabilidade (R\$ ha ⁻¹)
Testemunha		0	3235,68	2264,97	2264,97
Uréia	2900	290	3650,9	2555,63	2265,63
S. Amônio	1700	391	3943,92	2760,74	2369,74
N32	20	120	3455,4	2418,78	2298,78

Fonte: Autor 2022. Valor saca 60 kg milho = R\$ 42,00

Conforme apresentado na Tabela 4, é possível observar os custos associados a cada modalidade de adubação nitrogenada, considerando apenas o valor do insumo. É importante ressaltar que o preço da ureia é o mais elevado por tonelada. Adicionalmente, a tabela exhibe os rendimentos obtidos com cada tipo de adubação, incluindo o grupo de controle (testemunha).

Também são apresentados os custos por hectare (ha) de cada modalidade de adubação. Nesse contexto, destaca-se que o sulfato de amônio emerge como uma das alternativas mais dispendiosas, com um custo de R\$ 391,00 por hectare. Em seguida, a ureia apresenta um custo de R\$ 290,00 por hectare. Por outro lado, a adubação nitrogenada de menor custo por hectare é aquela que totaliza R\$ 120,00.

A última coluna da Tabela 4 apresenta os resultados referentes às análises de rentabilidade de cada modalidade de adubação, considerando-se apenas os custos dos insumos desconsiderando-se custos relativos à aplicação. Nesse contexto, utilizou-se como base de custo o preço de mercado do milho na região Oeste do Paraná em 2023, fixado em R\$ 42,00 por saca de 60 kg.

Observa-se que a ureia não proporcionou um lucro significativo, apresentando apenas uma diferença de R\$ 0,66 em relação à testemunha. Por outro lado, o sulfato de amônio revela uma diferença mais substancial, com um lucro de R\$ 104,77 em relação à testemunha. Já o N32 apresenta um resultado intermediário, com um lucro de R\$ 33,81.

Conclusão

Frente aos resultados obtidos conclui-se que não houve diferenças significativas entre parâmetros avaliados nos tratamentos testados. A adubação com sulfato de amônio apresentou melhor benefício.

Referências

- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I. A.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; POTTER, R. O.; CURCIO, G. R. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. In: EMBRAPA SOLOS FLORESTA, 2007.
- BESSEN, M. R.; RIBEIRO, R. H.; GOETTEN, M.; FIOREZE, S. L.; PIVA, C. A. G.; PIVA, J. A.; Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 19, n. 1, p. 94–103, 2020. DOI: 10.5965/223811711912020094.
- BOARETTO, A. E.; SANTOS NETO, P.; MUROAKA, T.; OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O. Fertilização foliar de nitrogênio para laranjeira em estágio de formação. **Scientiae Agrícola**, v. 56. n. 3. p. 621-626, 1999.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. Cultivo de milho, nutrição e adubação. Sete Lagoas: Embrapa. 2002. (Comunicado Técnico 44). **E-book Boletim-de-Safras-11 o-levantamento**

CALONEGO, J. C.; PALMA, H. N.; FOLONI, J. S. S.; Adubação nitrogenada foliar com sulfato de amônio e ureia na cultura do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 1, n. 1, p. 34-44, 2012.

CARVALHO, M. N. **Eficiência no uso de nitrogênio no milho (Zea mays L.)**. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Jaboticabal-SP, 2023.

CARDOSO, T. **Ciclo do Nitrogênio: o que é, como funciona e sua importância**. Estratégia.Vestibulares, 2020. Disponível em: <vestibularestatégia.com>. Acesso em 05 de set. de 2023.

CONAB. Conselho Nacional do Abastecimento. **Produção de grãos está estimada em 312,5 milhões de toneladas na safra de 2022/23**, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em 11 de set. de 2023.

CARVALHO, F. P. A.; RAMOS, A. R.; CÉSAR, P.; TIMOSSI, G. F.; GODOY, L. J. G.; Silva, S. C. Híbridos de submetidos a adubação foliar suplementar em segunda safra. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ISSN: 1677-0293, n. 27, 2015.

FRITZSON, E. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 23, ISSN 2177-2738, 2011.

GEOCLEBER, G. S.; HENDERSON, C. A.; MAX, F. S.; LESSA, C. I. L.; GOMES, S. P.; Água Salina e Adubação Nitrogenada na Composição Foliar e Produtividade do Milho. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 1, p. 191-198, 2022.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 34, n. 1, p. 1005-1013, 2004.

LIMBERGER, L. **O clima do oeste do Paraná: análises da presença do lago de Itaipu**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, São Paulo-SP, 2007.

OHRLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p.538-544, 2005.

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

WEIL, R.R.; MUGHOGHO, S. K. Nutrição sulfurosa do milho em quatro regiões do Malawi. **Revista de Agronomia**, v. 92, n. 4, p. 649-656, 2000.