

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO ADUBADO COM DIFERENTES DOSES E FONTES DE UREIA

Thacyelle Ferreira de Jesus<sup>1</sup>, Edson Cabral da Silva<sup>2</sup>, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>3</sup>, Alefe Viana Souza Bastos<sup>4</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>5</sup>, Frederico Antonio Loureiro Soares<sup>5</sup>

**RESUMO:** O nitrogênio (N) é o nutriente que mais onera o custo de produção do milho e susceptível a perdas, sobretudo por volatilização. O objetivo foi comparar o efeito de doses de N, empregando diferentes tipos de ureia com inibidores de urease na composição (aditivos), nos teores de clorofila, nos componentes de produção e na produtividade do milho. O estudo foi conduzido no IF Goiano, Campus Rio Verde e compreendeu dois experimentos, cujo primeiro foi conduzido em vasos dispostos a céu aberto, com 25 kg de solo, enquanto o segundo foi em condições de campo, ambos em Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em fatorial 4x3x2 (vaso), com cinco doses de N: 30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>; e três tipos de ureia: convencional; ureia com NBPT, e ureia com NBPT+Duromide (SuperN PRO), na presença e ausência de palha na superfície do solo. Em condições de campo, utilizou-se também o DBC em fatorial 3x5, cujos tratamentos foram: ureia convencional, ureia com NBPT e ureia com NBPT + Duromide combinadas a cinco doses de N: 0, 30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>. As doses de N e diferentes composições na ureia (inibidores de urease) não influenciaram os componentes de produção e a produtividade de grãos do milho, em condições de vasos. Em condições de campo, as doses de N influenciaram a produtividade de grãos e a massa de 1000 grãos; porém, também não houve influência do uso da ureia com inibidores de urease.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, inibidor de urease, volatilização de amônia.

<sup>1</sup> Discente Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – IF Goiano, Campus Rio Verde, Goiás

<sup>2</sup> Pesquisador Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Campus Rio Verde. Rodovia Sul-Goiana, Km 01, Zona Rural, C.P. 66, CEP 75.901-970, Rio Verde, GO. Fone: (64) 99287 2107, Email: edsoncabralsilva@gmail.com

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP/Ilha Solteira, SP

<sup>4</sup> Doutor, Pesquisador e Consultor Empresa Terram Soluções Agronômicas, Rio Verde, GO

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Depto. de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Campus Rio Verde, GO

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN FERTILIZED WITH DIFFERENT DOSES AND SOURCES OF UREA

**ABSTRACT:** Nitrogen (N) is the nutrient absorbed and exported in greater quantity by corn, which most share cost of production and the most complex management. The objective of this study was to compare the effect of N rates, using different types of urea with urease inhibitors in the composition (additives), on chlorophyll contents, production components and corn yield. The study was carried out in plastic pots (25 kg of soil) at the Federal Institute Goiano, Rio Verde Campus. A randomized block design was used, in a 4x3x2 factorial scheme, and four replicates. The treatments were four doses of N: 30, 60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup>; and three types of urea: conventional; urea with NBPT (N-(n-butyl) thiophosphoric triamide) in composition, and urea with Duromide (Anvol); and presence and absence of straw on the soil surface. Chlorophyll contents, number of grains per ear, nutritional status, shoot dry mass and grain yield were evaluated. The N rate and the different types of urea did not influence the production components and grain yield of corn. The average yield of corn grains was 6.27 t ha<sup>-1</sup>, equivalent to 104 bags of 60 kg per hectare.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, Nitrogen Fertilizer, Urease Inhibitor, Volatilization.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é de grande importância social e econômica no Brasil, graças ao alto valor nutricional e composição química de seus grãos. A área cultivada no país é de cerca de 21 milhões de hectares, com produtividade média de 5,56 toneladas de grãos por hectare (CONAB, 2022). Entretanto, o potencial produtivo do milho pode ser mais explorado, e dentre os nutrientes, o N tem sido o mais limitante (CANTARELLA, 2007).

O fertilizante nitrogenado mais utilizado em todo o mundo e responsável por suprir cerca de 53,3% da demanda atual de N é a ureia (IFA, 2019), que se destaca pela alta concentração de nitrogênio (45 a 46%), solubilidade e um custo menor se comparado com outras fontes desse nutriente. No entanto, a adubação é comumente realizada em superfície e sem a devida incorporação ao solo, o que se torna um dos problemas do uso da ureia, por elevar o potencial de perda por lixiviação, volatilização da amônia (NH<sub>3</sub>) e desnitrificação (CANTARELLA, 2007; GILLETTE et al., 2017; GUELFI, 2017).

Os fertilizantes convencionais são revestidos ou adicionados aos inibidores de urease, que são compostos com função de reduzir a atividade das enzimas urease, retardando a quebra da ureia. O NBPT [N- (n-butil) tiofosfórico triamida] é um inibidor tradicional que reduz sua eficiência em condições de pH em solos ácidos e temperaturas acima de 30°C. O Duromide é um novo inibidor de urease composto por uma nova geração de NBPT. A nova molécula tem a mesma função química da molécula NBPT convencional e tem a propriedade de se ligar e inativar o sítio ativo da urease, enquanto a estrutura química restante é diferente do NBPT, tornando-a mais estável (CANTARELLA, 2007; FRAZÃO et al., 2014; GUELFY, 2017).

Assim, na busca de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir as perdas de N por volatilização, várias práticas têm sido sugeridas, desde a incorporação da ureia mecanicamente ao solo, emprego da irrigação, e a substituição da mesma por outras fontes nitrogenadas que apresentam menor potencial de perda de N por esse processo (SILVA et al., 2017; GILLETTE et al., 2017). Outrossim, algumas tecnologias vêm sendo implementadas, na busca de aumentar a eficiência dos fertilizantes, como as ureias de liberação do nutriente de forma controlada, minimizando as perdas, principalmente por volatilização. Na maioria dos casos, esses produtos inibem ou atrasam temporariamente, mas não impedem permanentemente, um processo específico do ciclo do N (CANTARELLA, 2007).

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de doses de N, empregando diferentes tipos de ureia com inibidores de urease na composição (aditivo), nos teores de clorofila, nos componentes de produção e na produtividade do milho.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo compreendeu dois experimentos, cujo primeiro foi conduzido em vasos plásticos dispostos a céu aberto, preenchidos com 25 kg de solo, no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, cujas coordenadas geográficas do local são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m. O segundo experimento foi conduzido em condições de campo, com cultivo de milho de segunda safra “safrinha”, na estação experimental da Terram Soluções Agrônômicas, no município de Jataí-GO (17°47'58.79"S; 51°42'58.79"O; e 740 m de altitude). O clima de ambos os locais é classificado conforme Köppen & Geiger (1928) como Aw (tropical), com chuvas nos meses de outubro a maio, e seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e a precipitação pluvial de 1.500 a 1.800 mm anuais.

O solo utilizado nos vasos, assim como em condições de campo, é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, argiloso, fase Cerrado (SANTOS et al., 2018). Os resultados das análises do solo utilizado no vasos, coletado da camada de 0,00–0,20 m de profundidade, antes da semeadura do milho, foram: pH CaCl<sub>2</sub> 4,8; matéria orgânica 44,0 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) 7,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca 17,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 10,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; K 2,7 mmolc dm<sup>-3</sup>; Al 0,03 mmolc dm<sup>-3</sup>; e S 6,0 mg dm<sup>-3</sup>. No experimento de campo, na camada de 0,00–0,20 m, encontrou-se: pH CaCl<sub>2</sub> 4,9; matéria orgânica 43,0 g dm<sup>-3</sup>; P (mehlich 1) 21 mg dm<sup>-3</sup>; Ca 29 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 10,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; K 1,8 mmolc dm<sup>-3</sup>; Al 0 mmolc dm<sup>-3</sup>; e S 9,9 mg dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental para o experimento de vasos foi o de blocos ao acaso (DBC), em fatorial 4x3x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram cinco doses de N: 30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> combinado com três tipos de ureia: i) ureia convencional; ii) ureia com NBPT (N-(n-butil) tiofosfórico triamida), que consiste em um inibidor de urease, cognominada de SuperN; e iii) ureia com NBPT + Duromide (dois inibidores de urease), cognominada de SuperN@PRO; e presença e ausência de palhada na superfície do solo. No experimento de campo, o delineamento também foi o DBC, com três repetições, em esquema fatorial 3x5. Os tratamentos foram de três tipos de ureia, semelhantes às empregadas no experimento de vasos (ureia convencional, ureia tratada com NBPT e ureia tratada com NBPT + Duromide), combinadas com cinco doses de N (0 30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>).

Nos vasos foi realizada a adubação de semeadura do milho com fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na forma de superfosfato triplo e potássio (K<sub>2</sub>O), na forma de cloreto de potássio, conforme a análises de solo (SOUSA & LOBATO, 2004). A palha utilizada na superfície do solo dos vasos foi de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, fragmentada em pedaços de aproximadamente 0,04 m, equivalente a oito toneladas de matéria seca por hectare, de acordo com a área do vaso. A adubação da área no experimento de campo foi realizada em modalidade de sistema na cultura anterior de safra de verão (soja), sendo aplicados 115 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 135 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com uso das fontes de MAP e KCl, respectivamente.

O híbrido utilizado em ambos os experimentos foi o FS500 PWU. No experimento de vasos foram semeadas cinco sementes por vasos, com posterior desbaste aos cinco dias após a emergência (DAE) das plântulas, mantendo-se duas plantas por vaso. No experimento de campo, as parcelas foram constituídas por oito linhas de milho, espaçadas a 0,50 m entre-se e 7 m de comprimento (28 m<sup>2</sup>), numa população de 60.000 plantas por hectare

A adubação nitrogenada de cobertura, em ambos os experimentos, foi realizada manualmente, no estágio fenológico de V5, conforme os tratamentos.

No experimento de vasos, os teores de clorofilas foram avaliados aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE), quantificando-se: Clorofila a; Clorofila b e a Clorofila total, utilizando-se o aparelho Falker ClorofiLOG® 1030. O Índice SPAD foi obtido com auxílio do aparelho Minolta SPAD® 502. Por ocasião da colheita, foram determinados o número de fileiras de grãos; número de grãos por fileira; produtividade de grãos por planta e por hectare.

No experimento de campo, por ocasião da colheita, realizada aos 125 DAE, foram determinados a população de plantas por hectare, o peso de mil grãos (PMG) e a produtividade de grãos, ambos, com umidade corrigida a 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F, a 5% probabilidade, em caso de significância, realizou-se o teste Tukey para tipos de ureia e palha e análises de regressões a 5% para doses de N, com o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou efeito significativo de doses de N apenas para a produção de massa seca de palha. Os tipos de ureia, a presença ou ausência de palha, assim como as doses de N, não influenciaram os componentes de produção e a produtividade do milho, bem como os teores de clorofila a, b e total na planta de milho (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (PROD), massa seca da parte aérea (MSPA), teores de clorofila a (Cla), clorofila b (Clb), clorofila total (CIT), índice SPAD e número de grãos por espiga (NGE), função de doses e tipos (fontes), com e sem palha sobre o solo.

	GL	PROD	MSPA	Cla	Clb	CIT	SPAD	NGE
PALHA	1	664,30 <sup>ns</sup>	0,056 <sup>ns</sup>	22,1 <sup>ns</sup>	9,68 <sup>ns</sup>	62,90 <sup>ns</sup>	84,71 <sup>*</sup>	39809,01 <sup>*</sup>
FONTE	2	37,34 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	4,70 <sup>ns</sup>	4,68 <sup>ns</sup>	17,82 <sup>ns</sup>	2,65 <sup>ns</sup>	8392,93 <sup>ns</sup>
DOSE	3	406,93 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>ns</sup>	4,72 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	12,47 <sup>ns</sup>	39,95 <sup>ns</sup>	28314,34 <sup>*</sup>
PALHA x FONTE	2	1221,59 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	3,45 <sup>ns</sup>	3,75 <sup>ns</sup>	13,03 <sup>ns</sup>	22,90 <sup>ns</sup>	1628,34 <sup>ns</sup>
PALHA x DOSE	3	894,93 <sup>ns</sup>	4,24 <sup>ns</sup>	6,85 <sup>ns</sup>	6,27 <sup>ns</sup>	24,19 <sup>ns</sup>	18,92 <sup>ns</sup>	11871,38 <sup>ns</sup>
FONTE x DOSE	6	617,25 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	9,34 <sup>ns</sup>	6,36 <sup>ns</sup>	27,02 <sup>ns</sup>	9,20 <sup>ns</sup>	7097,81 <sup>ns</sup>
PALHA x FONTE x DOSE	6	727,14 <sup>ns</sup>	2,74 <sup>ns</sup>	6,02 <sup>ns</sup>	2,86 <sup>ns</sup>	14,54 <sup>ns</sup>	14,77 <sup>ns</sup>	9106,93 <sup>ns</sup>
BLOCO	3	289,08	3,94	181,86	182,66	716,11	866,25	18770,84
Resíduo	46	465,10	1,67	6,80	3,95	19,06	16,56	9592,76
CV (%)	-	20,63	15,73	10,51	20,19	10,7	10,51	25,23
		sc ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
Média geral		104,5	8,94	31,0	9,8	40,8	38,72	388,40

<sup>ns</sup>Não significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; <sup>\*</sup>Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F.

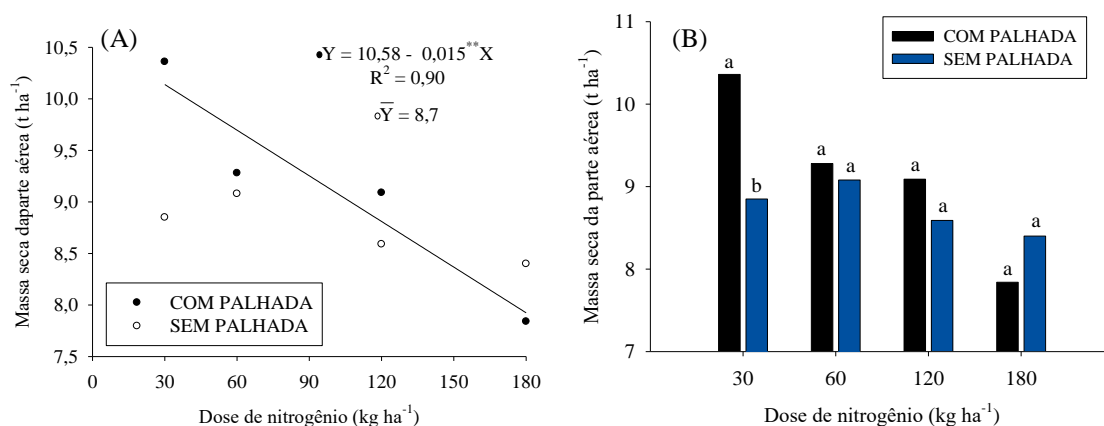
O número de grão por fileira na espiga foi de 23,90 e o número de fileira de grãos na espiga de 16,25, cuja presença ou ausência de palha na superfície do solo, as doses de N e os distintos tipos de ureia não influenciaram estas variáveis. Com isso, o número médio de grãos

por espiga de milho (NGE) foi de 388,40 (Tabela 1), cuja presença ou ausência de palha, as doses de N e os distintos tipos de ureia também não influenciaram esta variável. O N é um nutriente que tem influência direta nos componentes de produção do milho; dessa forma, o fato de não ter ocorrido diferenças significativas, provavelmente tem relação direta com a disponibilidade do nutriente no solo, sobretudo pela mineralização de N da matéria orgânica.

Independentemente do tipo de ureia, os teores de N na planta aumentaram com o incremento da dose deste nutriente. Já com relação à presença ou ausência de palha, o teor de N não apresentou diferenças significativas. De maneira geral, os teores de N situaram dentro da faixa adequada proposta por Malavolta et. al (1997), que é de 27,5-32,5 g kg<sup>-1</sup>. Os teores dos demais nutrientes também situaram nas faixas consideradas adequadas por este autor.

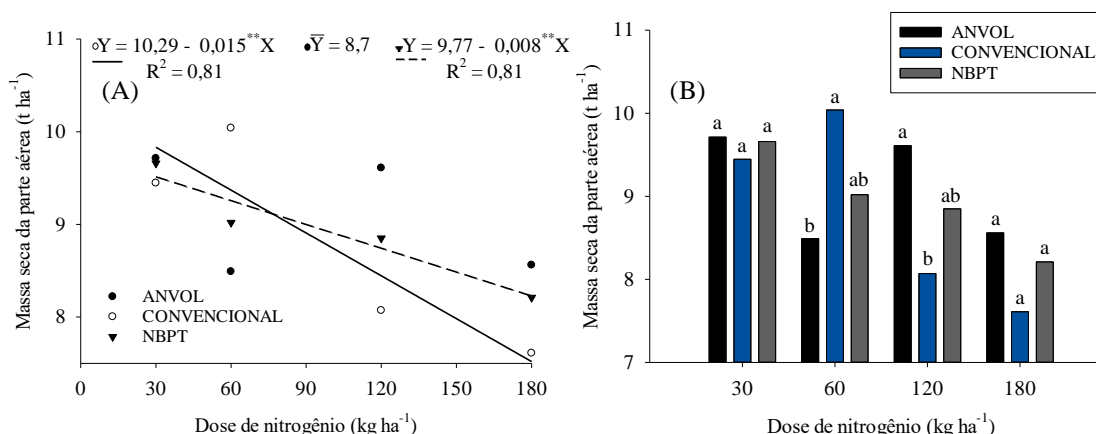
A dose de N, o tipo de ureia e do cultivo na presença ou ausência de palha, a produtividade média do milho (6,27 t ha<sup>-1</sup>), equivalentes a 104 sacas de 60 kg por hectare, foi superior à média nacional para essa cultura (CONAB, 2022).

O acúmulo de palha pela planta de milho decresceu de forma linear com o incremento da dose de N (Figura 1A). Com a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, foi maior com o cultivo na presença de palha na superfície do solo, sendo que nas demais doses não foram observadas diferenças significativas. (Figura 1B). Respostas semelhantes foram também observadas considerando-se os diferentes tipos de ureia estudadas (Figura 2A e 2B).



**Figura 1.** Massa seca da parte aérea da cultura do milho, em função das doses de N dentro de cada nível de palhada (A) e em função da palhada dentro de cada nível de dose (B).

O N é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas e ácidos nucleicos, além de fazer parte da molécula de clorofila, atuando, assim, nos processos de divisão e expansão celular e de fotossíntese (MALAVOLTA et al., 1997). Assim, era esperado efeito das doses de N na produtividade de palha, assim como de grãos, o que não ocorreu. Tal fato, possivelmente, foi em razão dos teores de N e matéria orgânica existente no solo utilizado, que era de 44 g dm<sup>3</sup>.



**Figura 2.** Massa seca da parte aérea da cultura do milho, em função das doses de N dentro de cada tipo de ureia (A) e em função dos tipos de ureia dentro de cada nível de dose (B).

A produtividade média de palha (restos culturais) da planta de milho restituídos ao solo foram de  $8,94 \text{ t ha}^{-1}$ . Vale ressaltar a importância estes resíduos para a cobertura do solo, além de os nutrientes remanescentes, que podem ser aproveitados pelas culturas subsequentes, mediante o processo de mineralização da palha pela microbiota quimiorganotrófica do solo.

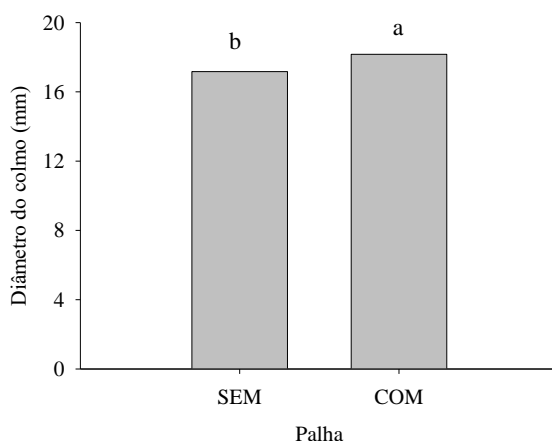
Na Tabela 3 observa-se que para a altura de planta (AP) não houve efeito significativo de nenhum dos fatores estudados, assim como da interação. Já para o diâmetro de colmo (DC), apenas o cultivo com e sem palha causou efeito nos valores observados. Este resultado demonstra que para o ambiente em questão, as doses de N variando de 30 até  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  proporcionaram o mesmo incremento biométrico para a cultura do milho, o que evidencia um ambiente com baixa resposta à adubação nitrogenada. Como este ambiente não foi responsivo ao N é admissível que as tecnologias responsáveis pela diminuição da volatilização da amônia (NBPT e Duromide) também não causassem nenhum efeito para estas variáveis estudadas.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo e altura da planta de milho, submetida a diferentes doses tipos de ureia associado ao plantio com e sem palha sobre o solo.

FV	GL	Quadrado médio	
		Diâmetro do colmo	Altura de planta
Palha	1	17,93*	0,004 <sup>ns</sup>
Fonte	2	1,46 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Dose	3	3,39 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>
Palha x Fonte	2	3,84 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>
Palha x Dose	3	4,27 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>
Fonte x Dose	6	5,07 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Palha x Fonte x Dose	6	1,74 <sup>ns</sup>	0,018 <sup>ns</sup>
Bloco	2	1,61 <sup>ns</sup>	0,041*
Resíduo	46	2,93	0,010
CV (%)	-	9,69	5,42

<sup>ns</sup>Não significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; \*Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; FV= Fonte de variação; GL= graus de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Conforme exposto, o cultivo da cultura na presença e ausência de palha causou efeito no diâmetro do colmo, de modo que os maiores DC foram encontrados quando o milho foi cultivado em ambiente com palha sobre o solo (Figura 3). Como o N não foi limitante ao crescimento da cultura, a palha também não influenciou na eficiência das doses ou fontes. Portanto, a decomposição da palhada foi uma variável importante que poderia ter sido afetada por fatores ambientais como a temperatura, umidade, o teor de matéria orgânica do solo, a localização e a quantidade de material adicionado. Mas pela boa decomposição da palha foi possível observar o maior DC explicado pelos benefícios provenientes da palhada como maior manutenção de umidade no solo infiltrando mais água, redução de erosão já que não se tem um impacto direto da chuva na superfície do solo, além de proteger contra a radiação solar, auxilia no controle de plantas daninhas se comparado com métodos sem cobertura e com isso a junção de todos esses fatores favoreceram o desempenho da cultura proporcionando maior DC.



**Figura 3.** Diâmetro de colmo submetido a diferentes manejos de palha sobre o solo.

#### *Experimento de Campo*

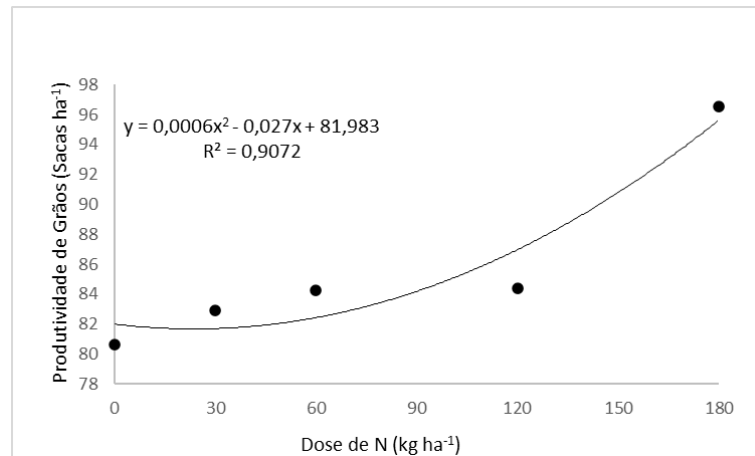
A análise de variância não mostrou efeito significativo de diferentes fontes de nitrogênio utilizadas na produtividade de grãos de milho, com médias para ureia convencional de: 84,25; super N: 87,92 e super N Pro: 88,88 sacas  $ha^{-1}$ , sendo para esse fator estatisticamente iguais. Enquanto foi observado por Frazão et al. (2014) na produtividade do milho valores maiores ao se utilizar ureia tratada com inibidor de urease/revestida com polímeros, por melhorar o suprimento de N para a cultura e assim a produtividade dos grãos.

Já as doses empregadas (0, 30, 60, 120 e 180  $kg\ ha^{-1}$  de N) proporcionaram efeito significativo sobre a produtividade de grãos, cuja média geral foram, respectivamente, de 80,61; 82,89; 84,27; 84,36 e 96,54 sacas  $ha^{-1}$ , com um coeficiente de variação de 11,67%, que é considerado médio e evidencia uma boa precisão experimental (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002). O maior rendimento produtivo obtido com dose elevada de N em cobertura



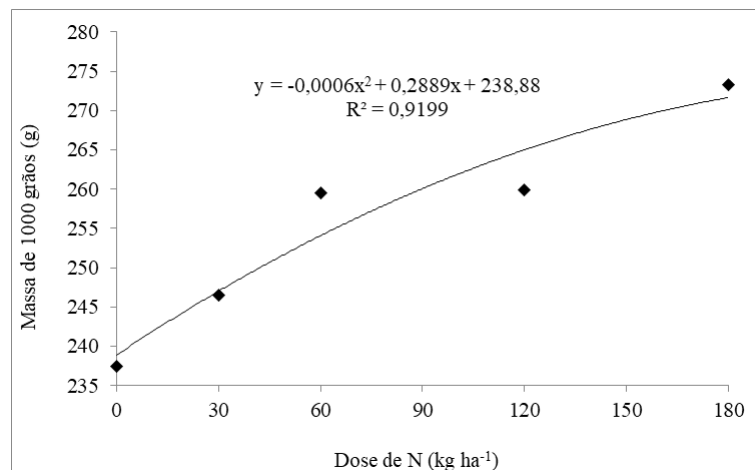
também foi relatado por Gomes et al. (2007) e Costa et al. (2012), em plantio direto consolidado.

Nota-se pela Figura 4, que os dados de produtividade de grãos ajustaram ao modelo quadrático em função das doses de N aplicadas, com o coeficiente de determinação  $R^2 = 0,9072$ . Comparando a produtividade dos grãos dentro de cada dose de N, observa-se que com a dose de 180 kg de N, a produtividade média foi de 96,54 sacas  $ha^{-1}$ .



**Figura 4.** Produtividade de grãos em função de doses de N na cultura do milho.

Assim como para a produtividade de grãos, a massa de 1000 grãos também não foi influenciada pelos distintos tipos de ureia utilizadas neste estudo. No entanto, as doses de N influenciaram esta variável, devido estar diretamente ligada à produtividade dos grãos que obteve o mesmo resultado, ajustando ao modelo quadrático como indica a Figura 5.



**Figura 5.** Massa de 1000 grãos de milho em função das doses de N.

Sangoi & Almeida (1994) e Amaral Filho et al. (2005) também obtiverem aumento no peso dos grãos com a aplicação de N em cobertura na cultura do milho. No entanto, Escosteguy et al. (1997), estudando doses de N, que variavam de 0 a 160  $kg\ ha^{-1}$ , não verificaram alteração nessas variáveis. Geralmente os componentes da produção são afetados por condições edáficas

e climáticas, assim como por variações nas práticas de manejo e adubação, que reflete na produtividade de grãos.

Os resultados de ausência de significância tanto para produtividade de grãos quanto para massa de 1000 grãos, considerando-se os manejos com diferentes fontes de ureia nesse estudo, pode inferir que a adubação com ureia convencional e com os inibidores de urease (NBPT e Duromide) tem ação semelhante nas condições em que o experimento foi realizado.

## CONCLUSÕES

As doses de N e o diferentes tipos de ureia não influenciaram os componentes de produção e a produtividade de grãos do milho, no cultivo em condições de vasos, em que a produtividade média foi de 6,27 t ha<sup>-1</sup> de grãos, equivalentes a 104 sacas de 60 kg por hectare.

O acúmulo de palha (restos culturais) pelo milho (condições de vasos), decresceu com o incremento das doses de N, cuja quantidade restituída ao solo foi em média de 8,94 t ha<sup>-1</sup>.

As doses de N influenciaram significativamente a produtividade e a massa de 1000 grãos de milho em condições de campo, com uma resposta quadrática. Enquanto as diferentes composições na ureia com inibidores de urease não influenciaram a produção.

A recomendação geral deste estudo seria o cultivo da cultura do milho na presença de palha sobre superfície do solo, utilizando a ureia convencional como fonte de nitrogênio, na maior dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, considerando-se o custo-benefício.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEG, ao CNPq, à CAPES e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; BARROS, N. F. et al. (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, cap.7 p.375–470.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos Safra 2021/22 – Quinto Levantamento**. 2022. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 2 mar. 2022.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. DE A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1038-1047, 2012.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 71-77, 1997.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, A. R.; SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; CORREA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1262–1267, 2014.

GILLETTE, K.; MALONE, R. W.; KASPAR, T. C.; MA, L.; PARKIN, T. B.; JAYNES, D. B.; FANG, Q. X.; HATFIELD, J. L.; FEYEREISEN, G. W.; KERSEBAUM, K. C. N loss to drain flow and N<sub>2</sub>O emissions from a corn-soybean rotation with winter rye. **Science of The Total Environment**. 2017.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G. DA; ASSIS, R. L. DE; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 931-938, 2007.

GUELFY, D. **Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada**. INPI. Informações agronômicas, nº 157, março 2017. 14p

IFA - INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. **Assessment of fertilizer use by crop at the global level**. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. DE. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp., 2018.

SILVA, A. G. B.; SEQUEIRA, C. H.; SERMARINI, R. A.; OTTO, R. Urease inhibitor NBPT on ammonia volatilization and crop productivity: A meta-analysis. **Agronomy Journal**, n. 9, p. 1-13, 2017.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA, 2004. 416p.