

## Avaliação biométrica do uso de diferentes fontes de nitrogênio no milho safrinha

Danielly Terra Monteiro Oliveira<sup>1</sup>, Christiano Lima Lobo de Andrade<sup>1</sup>, Fernando Rodrigues Cabral Filho<sup>1</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>2</sup>, & Tarimar Martins Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Danielly Terra Monteiro Oliveira, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: daniellyterra@hotmail.com

Recebido: Dezembro 09, 2022

Aceito: Dezembro 19, 2022

Publicado: Janeiro 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i1.252

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i1.252>

### Resumo

O milho é definido como “o sustento da vida”, sendo a matéria prima principal da alimentação diária de grande parte da população no mundo. É uma planta bastante eficiente na conversão da radiação solar em biomassa, resultado do seu mecanismo fotossintético do tipo C4 associado com sua elevada área foliar, a avaliação biométrica é um teste simples que fornece uma avaliação sumária do risco ou forma geral de uma possível doença, que podem ser diagnosticadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento biométrico e produtividade da cultura do milho em diferentes fontes de nitrogênio. O ensaio foi conduzido na área experimental pela empresa Pulveriza Soluções Agrícolas, na cidade de Rio Verde, Goiás, Brasil, localizada na região Sudoeste do estado. O milho foi semeado em 29/01/2022, utilizando uma semeadora de 5 linhas com sistema de distribuição de sementes por disco horizontal, foram mensuradas as características biométricas da cultura do milho, sendo medidas duas plantas por parcela: altura de planta; altura de inserção da espiga; diâmetro de colmo; número de folhas; área foliar; índice de área foliar e o peso seco das folhas, as folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas a 65 °C. Com este trabalho conseguimos apontar que a o aumento da radiação fotossinteticamente ativa foi interceptada, bem como a eficiência de interceptação de luz e da clorofila total das folhas da cultura do milho híbrido FS575PWU, cultivado em segunda safra, a utilização de nitrogênio, independente da fonte e dose, promove aumento do peso seco.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, família Poaceae, macronutrientes, micronutrientes, doses.

## Biometric evaluation of the use in different sources of nitrogen in safrinha corn

### Abstract

Corn is defined as “the sustenance of life”, being the main raw material in the daily diet of a large part of the world's population. It is a very efficient plant in converting solar radiation into biomass, as a result of its C4-type photosynthetic mechanism associated with its high leaf area, the biometric evaluation of is a simple test that provides a summary assessment of the risk or general form of a possible disease., which can be diagnosed. The objective of this work was to evaluate the biometric development and productivity of maize in different nitrogen sources. The test was conducted in the experimental area by the company Pulveriza Soluções Agrícolas, in the city of Rio Verde, Goiás, Brazil, located in the southwest region of the state. The corn was sown on 01/29/2022, using a 5-line seeder with a horizontal disc seed distribution system. The biometric characteristics of the corn crop were measured, measuring two plants per plot: plant height; ear insertion height; stem diameter; number of sheets; leaf area; leaf area index and dry weight of the leaves, the leaves were dried in an oven with forced air circulation for 72 hours at 65 °C. With this work, we were able to point out that the use provides an increase in intercepted photosynthetically active radiation, light interception efficiency and total chlorophyll in corn leaves, cultivated in the second crop, the use of nitrogen, regardless of source and dose, promotes an increase in dry weight.

**Keywords:** *Zea mays*, Poaceae family, macronutrients, micronutrients, doses.

## 1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais de maior relevância econômica e cultural do mundo (Nascimento et al., 2014; Ventura; Dalchiavon, 2018). Presente desde a agricultura de subsistência aos maiores complexos industriais, possui a maior produção e segunda maior área cultivada, atrás apenas do trigo (*Triticum aestivum* L.) (Pereira et al., 2018; Fao, 2021).

Barros & Calado (2014), dizem que o nome milho é definido como “o sustento da vida”, sendo a matéria prima principal da alimentação diária de grande parte da população no mundo. Constitui uma espécie diploide, monoica e alógama que pertence à família Poaceae, tribo Maydeae. O grão é classificado botanicamente como cariopse e apresenta três partes, sendo ela o endosperma, pericarpo e embrião.

É uma planta bastante eficiente na conversão da radiação solar em biomassa, resultado do seu mecanismo fotossintético do tipo C4 associado com sua elevada área foliar. Esta relação entre a área foliar e radiação solar está ligada com a disponibilidade de fotoassimilados durante os diferentes estádios fenológicos da planta, em especial na floração e no desenvolvimento dos grãos (Sangoi et al., 2017).

A avaliação biométrica é um teste simples que fornece uma avaliação sumária do risco ou forma geral de uma possível doença, que podem ser diagnosticadas (Massini et al., 2020). Quinzani et al. (2016) afirmam que os estados fenológicos da cultura do milho são fases de desenvolvimento que visam facilitar o estudo e o manejo da cultura. Podem ser definidas como sendo o tempo decorrido entre duas fases seguidas e que podem ser subdivididas em subperíodos conforme a constância das necessidades e as estruturas da planta. Alguns subperíodos podem ser facilmente reconhecidos, como por exemplo, o surgimento ou o desaparecimento de órgãos, enquanto que outros podem ser imperceptíveis, sendo percebidos apenas por meio de exames detalhados, como a microscopia ou análises químicas.

O milho é uma cultura que se destaca no Brasil e no mundo por sua imensa diversidade de manejos, em diferentes localidades e usos; o qual predomina a produção de grãos para alimentação animal. Na última safra, o Brasil foi o terceiro maior produtor, segundo exportador e quarto maior consumidor de milho mundialmente (Fiesp, 2020). Atualmente no Brasil ocorrem três safras: a primeira safra (ou Safra de Verão), plantada de setembro a dezembro; segunda safra (ou Safrinha), plantada de janeiro a abril e a terceira safra, plantada de abril a junho em alguns estados da região Nordeste (Dorigatti, 2020).

Das três a mais importante é a segunda, que é responsável por cerca de 75% da produção nacional. Para todo esse empreendimento é necessária uma gama de cultivares disponíveis para atender além das demandas edafoclimáticas de cada região, também os diferentes tipos de manejo empregados na cultura do milho. O milho cultivado como segunda safra é conhecido na região como milho “safrinha”. Esse milho é cultivado de janeiro a abril, normalmente depois do cultivo da soja precoce. O milho safrinha tem uma relevância cada vez maior para a agricultura brasileira (Becker et al., 2014).

Gontijo Neto et al. (2015) citam que o desempenho produtivo do milho safrinha é primariamente dependente da época de semeadura, que deve ser realizada logo após a colheita da cultura do verão para maior aproveitamento do período de chuvas, pois, quanto mais tardia for, menor será o potencial produtivo e maior o risco de perde de produção.

Além das condições climáticas, as características do solo também devem ser consideradas para o sucesso do milho safrinha, recomendando sua implantação em áreas com fertilidade construída. Um perfil de solo abundante em nutrientes beneficia o desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade de a planta explorá-lo, permitindo acesso à umidade presente em camadas mais profundas (Fioreze; Rodrigues, 2015).

Ainda segundo os autores, o manejo da adubação de manutenção do sistema milho safrinha em sucessão à soja relaciona-se basicamente ao fornecimento de nitrogênio ( $N_2$ ), fósforo (P) e potássio (K). O milho é beneficiado pelo residual da adubação e pelos restos culturais que permanecem sobre o solo após a colheita da soja, os quais, durante a decomposição, disponibilizam nutrientes.

Fowler et al. (2015) afirmam que o  $N_2$  é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura do milho. Além de representar grande parcela do custo de produção, o que impede o acesso a agricultores com menor poder aquisitivo, o  $N_2$  também tem causado muitas externalidades como a eutrofização de ecossistemas.

Dito isso, é de extrema importância a identificação de genótipos mais eficientes no uso de  $N_2$ . Os principais caracteres relacionados a tolerância a baixos aportes de  $N_2$  são prolificidade, intervalo entre florescimento masculino e feminino, taxa de senescência e demais caracteres relacionados a componentes de produção (Imea, 2021). O  $N_2$  é essencial para qualquer vegetal, pois é constituinte da maioria dos compostos e reações bioquímicas, sua concentração nos tecidos vegetais é de grande importância para a produção, por ser remobilizado na fase de

enchimento de grãos (Souza; Fernandes, 2016).

O N<sub>2</sub> é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, limitando frequentemente o rendimento de grãos e exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Em razão do emprego da rotação de culturas, o plantio direto tem proporcionado produtividade de milho superior aos outros sistemas de cultivo. Neste sistema se verifica elevação de quantidade de N<sub>2</sub> potencialmente mineralizável do solo, aumentando os teores totais nas camadas superficiais, em virtude da permanência de resíduos e modificando os processos de imobilização, de mineralização, de lixiviação e de desnitrificação, principalmente, em áreas nas quais o uso deste sistema já estava consolidado (Gomes et al., 2017).

Segundo Modesto (2014), a adubação nitrogenada, além de ter um alto custo no cultivo do milho, é a que possui maior influência no rendimento de grãos. As perdas do nutriente, como volatilização de amônia, lixiviação, desnitrificação, escoamento superficial e erosão, afetam diretamente a sua eficiência. É preciso considerar que a eficiência de adubação nitrogenada depende, entre outros fatores, principalmente, das condições climáticas, tipo de solo e capacidade de extração da cultura. É preciso observar, também, que os diversos híbridos e variedades de milho requerem quantidades diferentes de N, de acordo com o seu potencial produtivo.

Segundo Magalhães & Durães (2018) a suplementação de nitrogênio deve atender à demanda da cultura, em especial nos momentos mais críticos. A absorção de nitrogênio pela cultura do milho acontece principalmente na fase vegetativa, sendo necessária disponibilidade suficiente para atender aos requerimentos nesta fase, a fim de não comprometer a produtividade.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento biométrico e de produtividade da cultura do milho híbrido FS575PWU em diferentes fontes de nitrogênio.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Implantação do experimento e plantio

O ensaio foi conduzido em área experimental pela empresa Pulveriza Soluções Agrícolas, no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, localizada na região Sudoeste do Estado de Goiás, nas seguintes coordenadas geográficas 17°48'29.3"S e 50° 53' 57.9"W; com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen & Geiger (1928) e Alvares et al. (2013), como Aw (tropical), com chuva nos meses de Outubro a Maio e, com seca nos meses de Junho a Setembro.

O milho foi semeado em 29/01/2022, utilizando uma semeadora de 5 linhas com sistema de distribuição de sementes por disco horizontal. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m com 3 plantas por metro linear, numa representatividade de 66.666 plantas por hectare. Foi utilizado o híbrido de milho FS575PWU. O sistema de plantio utilizado foi o de plantio direto, tendo como cultura antecessora a cultura da soja na safra 2021/22.

Antes da instalação do experimento, foram efetuadas coletas de solo deformado, para a caracterização físico-química, na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), fase Cerrado, de textura argilosa (Santos et al., 2018).

### 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 2 + 2, com 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram em cinco doses de nitrogênio (N<sub>2</sub>) (0, 30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) e duas fontes de N<sub>2</sub> (Ureia e Ureia Policote). As parcelas experimentais foram compostas por 5 linhas de 6 metros de comprimento (13,5 m<sup>2</sup>), totalizando uma área ocupada pelo experimento de 540 m<sup>2</sup>.

### 2.3 Biometria no florescimento

Aos 70 DAS foram mensuradas as características biométricas da cultura do milho, sendo medidas duas plantas por parcela: Altura de planta (AP – m); Altura de inserção da espiga (AIE – m); Diâmetro de colmo (DC - mm); Número de folhas (NF); Área foliar (AF – m<sup>2</sup>) = Comprimento x Largura da folha x 0,7 x Número de folhas (SANGOI et al., 2011); Índice de área foliar (IAF – m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) e; o peso seco das folhas (PSF – gramas por planta); as folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas a 65 °C.

**Tabela 1.** Características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférico, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, na área experimental, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Profundidade	pH	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P mg.dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg --- mmolc.dm <sup>-3</sup> ---	Al	H+Al	T	V -%-
0-20	5,2	41	9	4,3	19	10	0	52	85,3	39
20-40	5,2	33	7	3,4	16	8	0	52	79,4	35

  

Profundidade	m -- % --	S	B	Cu mg.dm <sup>-3</sup>	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte --- g.kg <sup>-1</sup> ---	Areia
0-20	0	-	0,23	3,3	31	4,8	0,5	366	166	468
20-40	0	-	0,28	3,6	31	3,5	0,4	420	432	148

Nota: P (Fósforo) = Mehlich 1, K (Potássio), Na (Sódio), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Mn (Manganês) e Zn (Zinco) = Melich 1; Ca (Cálcio), Mg (magnésio), e Al (Alumínio) = KCl 1 mol.L<sup>-1</sup>; S (Enxofre) = Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,01 mol.L<sup>-1</sup>; M.O. = Método colorimétrico; B (Boro) = água quente. T = Capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases; m = saturação de alumínio; M.O. = Matéria orgânica. Fonte: Autores, 2022.

#### 2.4 Nitrogênio foliar

Foram coletadas por ocasião do florescimento do milho uma folha por parcela, sendo a folha abaixo e oposta a inserção da espiga principal (superior), segundo metodologia descrita em Rajj et al. (1996). O material colhido foi levado ao laboratório, lavado em água destilada, seco a 65 °C em estufa com circulação forçada de ar por 72 h, passado em moinho tipo Wiley apenas o terço médio de cada folha, sem a nervura central. As amostras foram enviadas ao Laboratório do Departamento de Ciência do Solo (ESALQ – USP), para a determinação do teor de nitrogênio na folha, segundo metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

#### 2.5 Análise estatística

Os dados das variáveis foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, em casos de significância, foi realizada a análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis doses (D). Para o fator fontes (F), as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Também foi efetuado o contraste entre médias com a finalidade de evidenciar o efeito da adubação nitrogenada. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar<sup>®</sup>.

### 3. Resultados e Discussão

O nitrogênio é um macro nutriente e um dos que possui maior resposta no milho, sendo um dos mais exigido pelo mesmo afetando diretamente na produção, mais sendo um do nutriente de maior dificuldade de manejo nesta cultura. Segundo Caires & Milla (2016), o N<sub>2</sub> não influencia apenas na produtividade, sendo que conforme a adução nitrogenada de N<sub>2</sub> na folha pode aumentar, e assim se ter a porcentagem do nutriente analisada se baseando em análises foliares do mesmo, utilizando dessas análises uma maneira de se detectar uma falta do nutriente na cultura.

Para obter o máximo de aproveitamento do N<sub>2</sub>, é essencial que se tenha a utilização do mesmo no momento correto, fornecendo no momento em que a cultura terá maior demanda para poder expressar o potencial do cultivar. Para o fertilizante obter grande eficácia, devem-se ater a climatologia, o solo onde está ocorrendo à aplicação, pluviosidade, nível de acidez, cultura antecessora, qualidade do solo, classificação solo, tipo de cultivar e como está a interação do N<sub>2</sub> com os demais nutrientes, o ideal é antes da instalação da cultura se fazer análise de solo completa (Bastos, 2018).

Quando se analisa a resposta á adubação nitrogenada observa-se que os tratamentos que receberam nitrogênio apresentam altura superior em 4,9% em relação a testemunha sem nitrogênio (Tabela 2). Repostas significativas no desenvolvimento das espigas são destacadas por Silva et al. (2014), que afirmam ser a adubação nitrogenada uma das principais práticas agrônômicas desempenhando papel fundamental na produtividade, bem como na qualidade dos grãos, pelo fato de compor substâncias essenciais de sua constituição, visto que uma parcela do

nitrogênio é destinada a composição das proteínas presentes no glúten que compõem os grãos. Outro aspecto a ser destacado é a necessidade de fornecimento adequado até o período de floração, porque a quantidade de nitrogênio armazenada nos tecidos da planta até este momento é o que irá determinar a disponibilidade deste nutriente para a formação das proteínas constituintes do grão (Mendes et al., 2012).

Já o peso seco das folhas também foi resposta da adubação nitrogenada, neste caso as plantas que receberam nitrogênio apresentaram peso superior a testemunha (Tabela 2). Podemos observar também que as fontes de nitrogênio obtiveram grande relevância na área foliar, em resultado maior que a testemunha (Tabela 2). Segundo o estudo de Nhemi et al. (2014) nas plantas de milho, a deficiência de nitrogênio pode afetar o crescimento do sistema radicular e da parte aérea, a produtividade, o número de células endospermáticas e de grânulos, que podem reduzir a fonte de fotoassimilados, devido à diminuição do índice e a duração de área foliar, nos grãos pode reduzir a massa, a densidade, a sanidade, e também outros componentes da produtividade. Enquanto os índices de área foliar e peso seco das folhas, obtiveram resultados significativos comparado com a testemunha (Tabela 2).

Como visto as doses mudaram apenas a altura da inserção da espiga, não tendo resultados significativos na testemunha. Avaliando os resultados contidos na (Tabela 2), não houve diferença significativa entre as fontes e doses de N<sub>2</sub> utilizadas para as variáveis: altura de espiga e diâmetro de colmo. Resultados semelhantes foram observados por Casagrande & Fornasieri Filho (2012) ao avaliarem doses de N<sub>2</sub> e épocas de aplicação, no qual não verificaram diferenças significativas para as características agrônômicas do milho safrinha. Deparis et al. (2017) em seu estudo com espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura também não verificaram efeito significativo para as variáveis estudadas. Oliveira & Caires (2013), não observaram diferença estatística para altura de plantas de milho e altura de inserção da espiga conforme o incremento de kg ha<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub> em cobertura.

Por outro lado, Lana et al. (2019) verificaram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura proporcionou incremento na altura de plantas, altura de inserção da espiga e massa de mil grãos. Schiavinatti et al. (2018) verificaram que os colmos de menor diâmetro eram aqueles submetidos às maiores doses de N<sub>2</sub> em cobertura e ressaltam na fase de crescimento vegetativo há maior demanda do nutriente para a desenvolvimento de tecidos do vegetal.

As doses de N<sub>2</sub> influenciaram a altura média de plantas somente para a ureia ( $\hat{Y} = 4X2+1$ ), sendo a altura máxima observada (2,08 m) proporcionada pela aplicação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub>. Verifica-se ainda, que a ureia foi a fonte de N que proporcionou maiores ganhos a todas as variáveis estudadas, o que confirmou características biométricas desejáveis, visto o diâmetro de colmo estar relacionado a capacidade de resistir ao tombamento e a maior altura de inserção de espigas apresenta vantagens na operacionalidade da colheita mecanizada ao apresentar menores perdas na operação, conforme Possamai et al. (2001).

A ausência de resposta para a maioria das variáveis, possivelmente está associada aos atributos que configuram baixa eficiência dos fertilizantes em cobertura, tais como a volatilização, lixiviação e imobilização do Nitrogênio. A fonte ureia, embora tenha muitas vantagens como a alta solubilidade e taxa de absorção foliar, baixo custo de transporte, compatibilidade à vários fertilizantes e defensivos, fácil manipulação, baixa acidificação do solo e ser prontamente disponível para as plantas, também apresenta elevada higroscopicidade, o que lhe torna bastante susceptível às perdas de N pelos processos lixiviação e volatilização (Lara Cabezas et al., 1997).

Lara Cabezas et al. (1997) observaram que a irrigação de 28 mm efetuada após a adubação nitrogenada de cobertura não foi efetiva em inibir a volatilização de amônia hidrolisada da ureia. O que afirma a relevância da chuva ao manejo de fertilizantes nas condições de campo, a exemplo do efeito da incorporação dos adubos aplicados em cobertura e por fim, reduzir as perdas.

**Tabela 3.** Valores médios e teste F para a altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e peso seco das folhas (PSF) aos 70 dias após a semeadura (DAS) da cultura do milho, Rio Verde, Goiás, Brasil, segunda safra 2022.

	AP (m)	AIE (m)	DC (mm)	NF	AF (m <sup>2</sup> )	IAF (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	PSF (g planta <sup>-1</sup> )	
Média	Controle	1,92	0,95	22,12	12,25	0,67	4,46	31,83
	Ureia (30 kg N ha <sup>-1</sup> )	1,96	0,96	22,39	11,75	0,72	4,81	31,46
	Ureia (60 kg N ha <sup>-1</sup> )	2,06	1,05	23,02	11,75	0,68	4,52	35,47
	Ureia (120 kg N ha <sup>-1</sup> )	1,98	1,03	23,88	12,00	0,73	4,86	37,61
	Ureia (180 kg N ha <sup>-1</sup> )	1,99	1,02	24,04	11,50	0,68	4,53	35,71
	Ureia + Policote (30 kg N ha <sup>-1</sup> )	1,96	0,98	19,65	12,00	0,72	4,77	36,69
	Ureia + Policote (60 kg N ha <sup>-1</sup> )	2,08	1,15	23,16	12,25	0,78	5,23	38,81
	Ureia + Policote (120 kg N ha <sup>-1</sup> )	2,06	1,04	22,75	12,00	0,75	5,01	39,57
	Ureia + Policote (180 kg N ha <sup>-1</sup> )	2,08	1,06	22,87	12,50	0,85	5,67	42,32
	Ureia	2,00	1,02	23,33	11,75	0,70	4,68	35,06
Ureia + Policote	2,04	1,06	22,11	12,19	0,78	5,17	39,35	
Média Geral	2,02	1,03	22,71	11,96	0,73	4,92	37,20	
CV (%)	4,52	6,43	11,03	7,33	12,61	12,70	12,95	
F <sub>Calc</sub>	Bloco	2,780 <sup>ns</sup>	1,127 <sup>ns</sup>	1,008 <sup>ns</sup>	0,907 <sup>ns</sup>	0,748 <sup>ns</sup>	0,750 <sup>ns</sup>	1,933 <sup>ns</sup>
	Resposta à adubação nitrogenada	4,313*	3,556 <sup>ns</sup>	0,199 <sup>ns</sup>	0,373 <sup>ns</sup>	2,021 <sup>ns</sup>	1,915 <sup>ns</sup>	4,578*
	Fontes	2,104 <sup>ns</sup>	3,060 <sup>ns</sup>	1,906 <sup>ns</sup>	1,990 <sup>ns</sup>	5,103*	4,911*	6,327*
	Doses	1,911 <sup>ns</sup>	4,891**	1,662 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,376 <sup>ns</sup>	0,349 <sup>ns</sup>	1,724 <sup>ns</sup>
	Doses*Fontes	0,459 <sup>ns</sup>	0,627 <sup>ns</sup>	0,442 <sup>ns</sup>	0,474 <sup>ns</sup>	1,492 <sup>ns</sup>	1,508 <sup>ns</sup>	0,361 <sup>ns</sup>

Nota: CV = Coeficiente de variação. ns = não significativo; \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ . AP = Altura de planta; AIE = Altura de inserção da espiga; DC = Diâmetro de colmo; NF = Número de folhas; AF = Área foliar; IAF = Índice de área foliar; PSF = Peso seco das folhas. Fonte: Autores, 2022.

#### 4. Conclusões

A produtividade da cultura do milho depende, entre outros fatores, do aporte de nutrientes. Dentre eles, o nitrogênio é o mais absorvido, exercendo funções metabólicas essenciais na planta. Os parâmetros fisiológicos da planta de milho não são afetados pelas diferentes doses e fontes de nitrogênio utilizadas no estudo. A utilização de nitrogênio, independente da fonte e dose, promove aumento do peso seco das folhas da cultura do milho, cultivado em segunda safra, no estado de Goiás, Brasil. O teor de nitrogênio na folha do milho é alterado em função da dose utilizada, independente da fonte. No milho, a utilização de fontes minerais tem sido principal forma de suprir a demanda de nitrogênio pela cultura, devido a sua concentração conhecida, alta solubilidade e rápida disponibilidade às plantas, facilidade na gestão e, conseqüentemente, maior sincronismo entre a aplicação e a demanda da planta.

#### 5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil; ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano (UniBRAS), Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil; ao Laboratório de Hidráulica e irrigação do IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil.

## 6. Referências

- Almeida, R. F., Sanches, B. C. (2012). Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. *Revista Verde*, 7(5), 31-35. <http://dx.doi.org/10.11221876458>
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. D. M., Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alvarez, R. C. F (2012). Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(4), 397-406., <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/18228>
- Barros, G. S. A. C.; Alves, L. R. A (2015). Referenciais do mercado e formação do preço do milho no Brasil. Sorocaba: ESALQ. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/milho>
- Barros, J. F. C.; Calado, J. G. (2014). A Cultura do Milho. Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia., <http://hdl.handle.net/10174/10804>
- Bastos, E. A. (2018). Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, 39(2), 275-280.
- Becker, R. S., Alonço, A. S., Francetto, T. R., Machado, O. D. C.; Bellé, M. P (2014). Ajuste de regulagens de grades. *Revista Cultivar Máquinas*, 1(137), 1-6. <http://dx.doi.org/10.123094598340>
- Borém, A.; Pimentel, M. A (2015). *Milho do Plantio à Colheita*. Editora UFV, Viçosa, 108-136.
- Caires, E. F., Milla, R. (2016). Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. *Bragantia*, 75(1), p.87-95. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.160>
- Costa, A. R. da. (2015). *As Relações Hídricas das Plantas Vasculares*. Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Portugal., <https://issuu.com/alexandracoosta61/docs/relhid2014>
- Cruz, J. C., Pereira Filho, I. A., Pimentel, M. A. G., Coelho, A. M., Karam, D., Cruz, I., Garcia, J. C., Moreira, J., A. A., Oliveira, M. F. de Gontijo Neto, M. M., Albuquerque, P. E. P. de, Viana, P. A., Mendes, S. M., Costa, R. V. da, Alvarenga, R. C., Matrangolo, W. J. R. (2018). *Produção de milho na agricultura familiar*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://bitstream/item/45735/1/circ-159.pdf>
- Dorigatti, G. (2021). *Você sabia que o Brasil faz uma 3ª safra de milho? Cultivo na região Nordeste está crescendo e aumentando oferta do cereal.* Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/milho/265015-voce-sabia-que-o-brasil-faz-uma-3-safra-de-milho-cultivo-na-regiao-nordeste-esta-crescendo-e-aumentando.html>
- FAO (2021). Sociedade Nacional de Agricultura. *A comprehensive study of plant density consequences on nitrogen uptake dynamics of maize plants from vegetative to reproductive stages.* <https://www.semanticscholar.org/paper/A-comprehensive-study-of-plant-density-consequences-Ciampitti-Vyn/baa9766e15b86ce6381d7ee355ca839770aec807>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Fiozeze, S. L., Rodrigues, J. D. (2015). Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. *Revista Visão Agrícola*, 1(13), 35-39. [https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Fisiologia-artigo4.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo4.pdf)
- Fontoura, S. M. V., Bayer, C. (2013). Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1677-1684. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600021>
- Fornasieri Filho, D. (2017). *Manual da Cultura do Milho*. Jaboticabal: Funep.
- Fowler, D., Steadman, C. E., Stevenson, D., Coyle, M., Rees, R. M., Skiba, U. M., ... & Galloway, J. N. (2015). Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(24), 13849-13893. <https://doi.org/10.5194/acp-15-13849-2015>

- Francischini, R., Silva, A.G. da, Tessmann, D. J. (2018). Eficiência de bioestimulantes e fungicida nos caracteres agronômicos e econômicos na cultura do milho verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17(2), 274-286. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n2p274-286>
- Fukami, J., Nogueira, M. A., Araujo, R. S., & Hungria, M. (2016). Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB express*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13568-015-0171-Y>.
- Gavilanes, F. Z., Andrade, D. S., Silva, H. R., Zamora, R. B., Palacios, C. C. (2019) – A cultura do milho: nitrogênio e inoculação com bactérias promotoras de crescimento. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica*, 3(3), 17-26. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v3.n3.2019.153>
- Gomes, R. F., Silva, A. G. D., Assis, R. L. D., & Pires, F. R. (2007). 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*, 31, 931-938. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2018v22n2p66-70>
- Gontijo Neto, M. M., May, A., Vanin, A., Silva, A. F. da, Simão, E. de P., Santos, E. A. dos, Queiroz, L. R., Barcelos, V. G. F. (2015). Avaliação de cultivares e épocas de semeadura de milho safrinha na região de Rio Verde (GO). In: Seminário Nacional [de] Milho Safrinha, 12., Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93702/1/Avaliacao-cultivares-8.pdf>
- Gott, R. M., Sichoeki, D., Aquino, L. A., Xavier, F. O., Santos, L. P. D., Aquino, R. F. B. A. (2014). Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(1), 24-34. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n1p24-34>
- IMEA (2021). *Custo de Produção - Milho*. Disponível em: <https://sba1.com/noticias/noticia/18782/Imea-custo-de-producao-da-safra-22-23-de-milho-sobe-35-53-em-relacao-a-temporada-anterior>
- Kaneko, F. H., Sabundjian, M. T., Arf, O., Leal, A. J. F., Carneiro, L. F., Paulino, H. B. (2016). Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(2), 202-216. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n2p202-216>.
- Kazi, N., Deaker, R., Wilson, N., Muhammad, K., & Trethowan, R. (2016). The response of wheat genotypes to inoculation with *Azospirillum brasilense* in the field. *Field Crops Research*, 196, 368-378. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.012>
- Köppen, W., Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-Map 150cmx200cm. <https://doi.org/10.4236/cs.2018.99014>.
- Lara-Cabezas, W. A. R., Korndorfer, G. H., & Motta, S. A. (1997). Volatilização de N-NH<sub>3</sub> na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21, 481-487. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831997000300019>
- Lepsch, I. F. (2012). *Formação e conservação do solo*. 2. Ed., São Paulo: Oficina de textos.
- Lopes, A. S., Guilherme, L. R. G. (2016). *Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos*. 3. ed. São Paulo; ANDA. <https://doi.org/10.4236/wjcs.2014.411025>
- Magalhães, P. C., de Souza, T. C., & Lavinsky, A. (2015). *Fisiologia da produção*. Embrapa Milho e Sorgo- Capítulo em livro científico (ALICE). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ\\_76.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf)
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p. <https://doi.org/10.4236/jmp.2017.85053>
- Marques, J. B., Rezende, C. F. A., & Bueno, A. K. D. J. (2020). Inoculação de *Azospirillum brasilense* e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no milho. *Global Science and Technology*, 13(1), 66-75. <https://doi.org/10.4236/gep.2014.23013>
- Martin, N. B., Serra, R., Antunes, J. F. G., Oliveira, M. D. M., & Okawa, H. (1994). Custos: sistema de custo de produção agrícola. *Informações econômicas*, 24(9), 97-122. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v20i2.3192>
- Massini, M., Haseeb, M., & Legaspi, J. (2020). Growth Biometrics response of silage corn and forage sorghum to hybrid vigor under multiple irrigation treatments. *International Journal of Agricultural Science*, 5, 14-24.
- Mendes, M. C., do Rosário, J. G., Faria, M. V., Zocche, J. C., & Walter, A. L. B. (2011). Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. *Applied Research & Agrotechnology*, 4(3), 95-102. <https://doi.org/10.5777/paet.v4i3.1394>

- Milléo, M. V. R., & Cristófoli, I. (2016). Avaliação da eficiência agronômica da inoculação de *Azospirillum* sp. na cultura do milho. *Scientia Agraria*, 17(3), 14-23.
- Miranda, R. A., Duarte, J. D. O., Garcia, J., & Duraes, F. (2021). *Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Modesto, V. C. (2014). *Diagnose da composição nutricional e eficiência de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho*. Jaboticabal: UNESP. <http://hdl.handle.net/11449/110330>
- Nascimento, R. T., Panvan, B. E., Guerra, E. D., & Lima, F.N. (2014). Seleção massal em variedades de milho crioulo no Sul do Piauí. *Nativa*, 2(2), 114-118. <https://doi.org/10.31413/nativa.v2i2.1500>
- Neto, P. M. D. L., Sena Júnior, D. G., Dias, D. S., Cruz, S. C. S., Resende, H. D. O., & Costa, M. M. (2018). Cama de aves associada a adubação nitrogenada no cultivo do milho. *Colloquium Agrariae*, 14(3), 39-50. <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n3.a226>
- Nhemi, I. M. D. et al. (2014). Milho: a diferença aparece no manejo. In: \_\_\_\_\_. *Agriannual 2014: Anuário da Agricultura Brasileira*, 377-378. <http://dx.doi.org/10.4236/jct.2020.1110050>
- Pereira, C. S., Geise, E., Fiorini, I. V. A., Lange, A. (2018). Épocas de semeadura de milho na região norte de Mato Grosso. *Nativa*, 6(3), 241-245. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i3.5471>
- Pinto, A. P., Lançanova, J. A. C., Lugão, S. M. B., Roque, A. P., dos Santos Abrahã, J. J., Silva, J., ... & Mizubuti, I. Y. (2010). Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(4), 1071-1077, 2010.
- Quinzani, S. S. P., Corrêa, T. C. S., Peixoto, D. V., Corrêa, A. A. S. A (2016). Tradição do Milho: o ingrediente base da cozinha caipira e das festas juninas. *Revista Ágora*, 18(1), 99-107. <https://doi.org/10.17058/agora.v18i1.6917>
- Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico. <https://doi.org/10.4236/jct.2020.1110050>
- Sangoi, L., Schweitzer, C., Silva, P. R. F. D., Schmitt, A., Vargas, V. P., Casa, R. T., & Souza, C. A. D. (2011). Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 609-616. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000600006>
- Sangoi, L., Schmitt, A., Silva, P. R. F. D., Vargas, V. P., Zoldan, S. R., Viera, J., ... & Bianchet, P. (2012). Perfilhamento como Característica Mitigadora do Prejuízos Ocasionalmente ao Milho pela Desfolha do Colmo Principal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 1605-1612. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100007>
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., dos Anjos, L. H. C., Lumbreras, J. F., de Oliveira, J. B., de Oliveira, V. A., ... & da Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp.
- Silva, G. F. da, Oliveira, F. H. T. de, Pereira, R. G., Diógenes, T. B. A., Júnior, J. N., Souza Filho, A. L. de (2014). Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN. *Magistra*, 26(4), 467-481.
- Souza, S. R., Fernandes, M. S. Nitrogênio. In: Fernandes, M. S. (Ed.). (2016). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 215-252. <https://doi.org/10.4236/cs.2018.99014>
- Vasconcellos, M. A. S., Garcia, M. E. (2009). *Fundamentos de Economia*. 3ª ed. São Paulo: Editora Saraiva., 245 p. <https://doi.org/10.4236/wjcs.2014.411025>
- Ventura, M. F. B., & Dalchiavon, F. C. (2018). Agronomic characteristics of corn grown in different population arrangements. *Nativa*, 6(6), 569-574. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i6.5927>

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).