

AVALIAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DO MILHO SAFRINHA

LUCAS ESTEVAM BIANCHO¹, RAQUEL NOGUEIRA DE SOUZA², JAQUELINE BONFIM DE CARVALHO³, KAIQUE AUGUSTO POLTRONIERI DONATONI⁴, HIGOR NOGUEIRA DE SOUZA⁵, ALLAN HISASHI NAKAO⁶

1 Graduado em engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de SANTA Fé do Sul. lucasbianco01@hotmail.com

2 Graduada em engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de SANTA Fé do Sul. raquelnogueira239@gmail.com

3 Professora Doutora no curso de engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul. jaquecarvalho.agro@gmail.com

4 Graduado em engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de SANTA Fé do Sul. kaique.donatoni.agro@hotmail.com

5 Graduado em engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de SANTA Fé do Sul. higornogueira.agro@gmail.com

6 Professor Doutor no curso de engenharia agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul. allanhisashinakao@gmail.com

RESUMO

O milho é um cereal que necessita de grandes quantidades de nutrientes, principalmente o nitrogênio. Assim, o trabalho objetivou avaliar as características agrônomicas e a produtividade do milho safrinha, com épocas de aplicações de nitrogênio e lâminas de água. Foi conduzido no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (NEPE) / UNIFUNEC. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições, em um esquema fatorial 4x4 totalizando 16 tratamentos. O primeiro fator avaliado foi diferentes épocas de aplicação da ureia (14, 7, 1 dias antes da aplicação da lâmina de água e 1 dia após aplicação da lâmina de água). O segundo fator avaliado consistiu em quatro diferentes lâminas de irrigação (5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm). Avaliaram-se as características agrônomicas (altura da planta e inserção da primeira espiga; diâmetro do colmo; massa de 100 grãos), estande de plantas, diâmetro e comprimento de espiga, número de grãos e fileiras por espiga e produtividade. Os dados foram submetidos à ANOVA pelo teste de F, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação de diferentes épocas de utilização de nitrogênio não alterou as características agrônomicas, massa de cem grãos e produtividade do milho. Diferenças significativas foram observadas para as lâminas de água na variável produtividade, ajustando-se em modelo matemático do tipo quadrático. Assim, melhores resultados para a produtividade foram observados pela lâmina de 13,39 mm. Esses resultados sugerem a adoção da lâmina de água a partir da referida quantidade, podem promover incremento na produtividade.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; Nutrição de plantas; Rendimento dos grãos; Solos arenosos; *Zea mays* L.

EVALUATION OF NITROGEN FERTILIZATION AND INFLUENCE OF IRRIGATION BLADES ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SAFRINHA CORN

ABSTRACT

Corn is a cereal that requires large amounts of nutrients mainly nitrogen. Thus, the objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics and productivity of safrinha corn, with times of

nitrogen applications and water slides. It was conducted at the Teaching, Research and Extension Center (NEPE) / UNIFUNE. The randomized block design was used, with 4 replications, in a 4x4 factorial scheme totaling 16 treatments. The first factor evaluated was different times of application of urea (14, 7, 1 days before water slide application and 1 day after water slide application). The second factor evaluated consisted of four different irrigation depths (5 mm, 10 mm, 15 mm and 20 mm). The agronomic characteristics (plant height and insertion of the first ear; stem diameter; mass of 100 grains), plant stand, diameter and length of ear, number of grains and rows per ear and yield were evaluated. The data were submitted to ANOVA by the F test, with means compared by the Tukey test at 5% probability. The application of different nitrogen utilization times did not alter the agronomic characteristics, mass of one hundred grains and corn yield. Significant differences were observed for the water slides in the productivity variable, adjusting in a mathematical model of the quadratic type. Thus, better results for productivity were observed by the 13,39 mm blade. These results suggest the adoption of the water slide from this amount, which may promote an increase in productivity.

Keywords: Nitrogen fertilization. Plant nutrition. Grain yield. Sandy soils. *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de milho (*Zea mays* L.) tem grande importância para a economia, apresenta ampla diversificação em seu uso, sendo uma das commodities essenciais na alimentação humana, na fabricação de ração para animais e a base alimentar de alguns países de acordo com Alves *et al.* (2015), fonte renovável para a produção de biocombustível de acordo com Greaves *et al.* (2017), e com relação a produção de milho, o Brasil se sobressai como o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás do Estados Unidos e China (CONAB, 2019).

Em relação ao desenvolvimento da planta, essa possui altura média entre 1,70 e 2,50 m no florescimento, apresenta grande adaptabilidade e genótipos variados, em vários climas tropicais, subtropicais e temperados, que permitem seu cultivo do Equador até regiões de terras temperadas. Apresenta altas qualidades nutricionais, incluindo os aminoácidos, o milho pode ser cultivado desde o nível do mar até às altas altitudes, superiores a 3.600 metros (BARROS; CALADO, 2014).

Segundo os dados da CONAB (2020), a produção total de grãos de milho estimada no Brasil é de 100,1 milhões de toneladas, e a área colhida correspondeu a 17,89 milhões de hectares na safra 2019/2020, no estado de São Paulo a produção alcançou 4,6 milhões de toneladas.

O milho tem alta capacidade produtiva com suas propriedades fisiológicas, no Brasil tem alcançado produtividade superior a 16 t.ha⁻¹, diante das empresas produtoras de sementes e órgãos de assistência técnica e extensão rural, orientando concursos de produtividade de milho (EMBRAPA, 2010).

Para manter os índices de produtividades elevados, são indispensáveis o uso de manejos que dão suporte para a cultura se desenvolver e alcançar o seu potencial máximo. A prática da adubação nitrogenada é conceituada uma das mais importantes, já que o nitrogênio é o

elemento requerido em maiores quantidades e o que mais limita a produção de grãos na cultura do milho (GALINDO *et al.*, 2019).

De acordo com Taiz e Zeiger (2006), o desenvolvimento das plantas está agregado ao fornecimento de nitrogênio, principalmente por ser um elemento que está envolvido nos processos metabólicos e bioquímicos, além de atuar na constituição de proteínas, de enzimas, de coenzimas, dos ácidos nucleicos e da clorofila (SANTOS *et al.*, 2010).

A adubação nitrogenada ocorre em dois períodos na cultura do milho; a primeira é no plantio, onde se concede uma quantidade de nitrogênio e a segunda com cobertura, onde a cultura se encontra no estágio de V4 até V8, efetuando o restante da aplicação. O adubo nitrogenado tem seu aproveitamento em torno dos 50% de benefício do aplicado como fertilizante mineral (LARA CABEZAS *et al.*, 2004).

Dentre os fertilizantes que possuem N em sua composição, os mais empregados são o sulfato de amônio e a ureia, porém esses compostos nitrogenados estão sujeitos a perdas por processos de lixiviação, escoamento superficial, imobilização na biomassa microbiana do solo e volatilização da amônia (ALVA *et al.*, 2005).

Segundo Mortate *et al.* (2018), por possuir maior concentração de N, a ureia é a mais aplicada na comparação com outros adubos nitrogenados, por sua vez apresentando maior custo-benefício ao produtor rural. Entretanto, a eficácia na absorção de N pela planta e na translocação para os grãos são alguns dos principais fatores importantes para o aumento da sua produção.

Outro ponto a ser levantado que influencia na produção de milho é a variabilidade pluviométrica, sendo um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento e crescimento das plantas, visto que a cultura do milho é extremamente exigente em termos de disponibilidade hídrica, tornando vulnerável a produção da cultura em situação de sequeiro (ARAUS *et al.*, 2012; GONG *et al.*, 2015).

Conforme Yi *et al.* (2010), foi observado que o estresse hídrico afeta na absorção de elementos necessários para a produção da fotossíntese, e consequentemente na conversão desses elementos em biomassa e produção de grãos.

Portanto, a água disponível no solo é necessária para manter o funcionamento da condutância estomática, dessa forma haverá maior entrada de CO₂ e como consequência maior produção de fotoassimilados, que irão promover a formação e o enchimento de grãos (SILVA *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a adoção de sistemas irrigados surge como uma alternativa que auxilia no aumento da produtividade, assim como melhorias na qualidade dos produtos, podendo ser

implantado em regiões mais secas, garantindo que as perdas na produção sejam minimizadas (SOARES *et al.*, 2017).

Com relação ao estresse hídrico, Taiz e Zeiger (2013) relataram que a planta sofre alterações em seus processos fisiológicos e morfológicos na ausência de água, consequentemente gerando alterações em suas células e interferindo em seu crescimento. Portanto, pode ser considerado a irrigação como uma técnica que reduz ou até mesmo elimine os problemas de déficit hídrico.

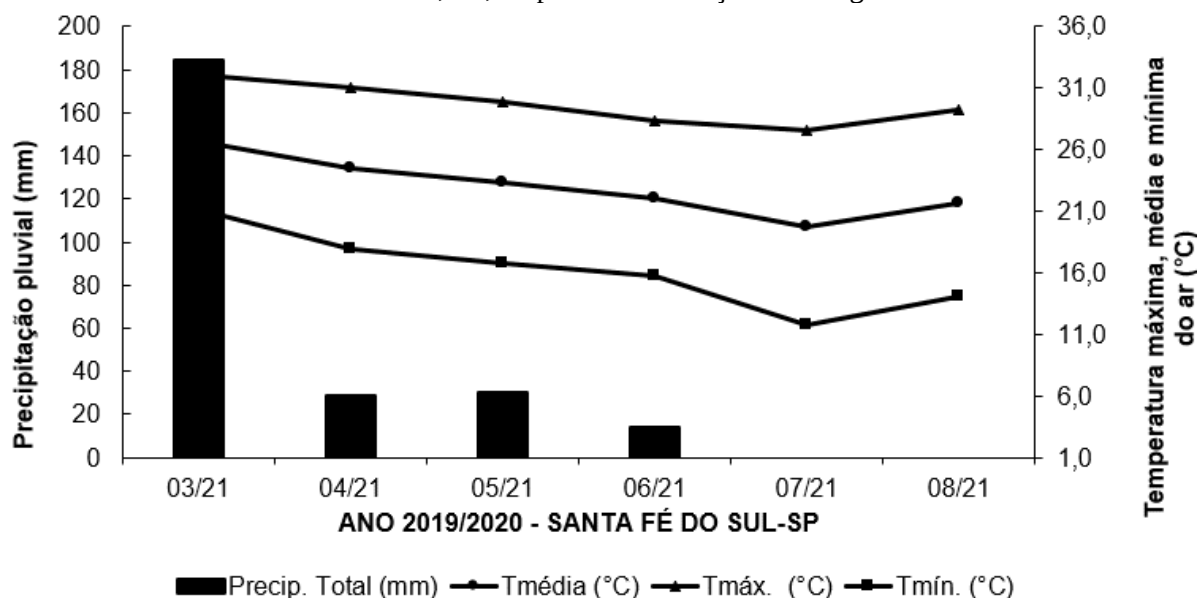
Diante do exposto o objetivo do presente estudo foi examinar os efeitos de diferentes épocas de aplicação da ureia com diferentes lâminas de irrigação na cultura do milho safrinha, na cidade de Santa Fé do Sul, região do Noroeste Paulista.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (NEPE), do Centro Universitário de Santa Fé do Sul (UNIFUNEC), localizada no município de Santa Fé do Sul, São Paulo, nas coordenadas geográficas 20°11'26" de latitude Sul e 50°55'37" de longitude oeste, a aproximadamente 407 m de altitude. O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação Koppen, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno, com temperatura medial anual de 1.232 mm e umidade relativa média de 64.8% (HERNANDEZ *et al.*, 1995).

A área experimental, é classificado como um solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico, abrupto, A moderado e textura arenosa/média de acordo com Oliveira *et al.* (1999). Os dados climáticos durante a condução do experimento estão apresentados no Gráfico 01.

Gráfico 01 – Precipitação pluvial e temperaturas obtidas da estação meteorológica situada no município de Santa Fé do Sul, SP, no período de março/2021 a agosto/2021.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Antes da instalação do experimento, foi realizado a caracterização química do solo para fins de fertilidade, (Quadro 1) utilizando-se os métodos propostos por Raij *et al.* (2001). Realizaram coletas de 20 amostras de solo com estrutura deformada, executada com o auxílio de um enxadão na camada de 0,00-0,20 m, após a interpretação da análise, realizou-se as devidas correções de fertilidade do solo e o cálculo de adubação nitrogenada recomendada para a cultura do milho.

Quadro 1 – Caracterização química da área, Santa Fé do Sul, 2020.

DETERMINAÇÕES			Amostra
Matéria Orgânica	MO	g dm ⁻³	18
Fósforo Resina	P	mg dm ⁻³	6
pH	CaCl ₂		4,8
Potássio	K	mmol _c dm ⁻³	0,9
Calcio	Ca	mmol _c dm ⁻³	13
Magnésio	Mg	mmol _c dm ⁻³	4
Alumínio	Al	mmol _c dm ⁻³	-
Acidez Potencial	H + Al	mmol _c dm ⁻³	29
Soma de Bases	SB	mmol _c dm ⁻³	17,9
C. de Troca Catiônica	C.T.C	mmol _c dm ⁻³	46,90
Saturação por Bases	V%	%	38,17

Fonte: Universidade Brasil (UNISOLO, 2020).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados (DBC), possuindo 4 repetições, em um esquema fatorial duplo 4x4 totalizando 16 tratamentos, em uma área experimental de 811,25 m², possuindo 64 parcelas. Cada parcela experimental (unidade experimental) foi constituída por quatro linhas de milho, possuindo quatro metros de comprimento cada linha, com espaçamento de 0,45 m, perfazendo uma área da parcela de 1,8 m x 4,0 m, com total de 7,2 m². O milho foi semeado no dia 14 de abril de 2021, plantio realizado manualmente.

O primeiro fator a ser determinado, foi diferentes épocas de aplicação da ureia com quatro níveis (adubação da ureia 14 dias antes da aplicação da lâmina de água, adubação da ureia 7 dias antes da aplicação lâmina de água; adubação da ureia 1 dia antes da aplicação da lâmina de água, adubação da ureia 1 dias após a aplicação da lâmina de água).

O segundo fator a ser avaliado, foi composto por quatro níveis, sendo diferentes lâminas de irrigação, composta por irrigações de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. As proporções das lâminas foram aplicadas de forma manual, com regadores, para diferentes proporções de água de cada parcela. No decorrer do experimento, exceto na janela de aplicação das lâminas dos tratamentos avaliados (4 níveis) sobre as épocas de aplicação da ureia, foram depositado 473,51 mm (será complementado mais adiante) em todo o ciclo produtivo.

Tabela 01 – Quantidade de rega (Litro/Linha).

Lâminas	Área (1,8 m x 4 m = 7,2 m ²)	Litros/Linha
5 mm	5 mm x 7,2 m ² = 36 L	36 L/m ² / 4 linhas = 9 L/linha
10 mm	10 mm x 7,2 m ² = 72 L	72 L/m ² / 4 linhas = 18 L/linha
15 mm	15 mm x 7,2 m ² = 108 L	108 L/m ² / 4 linhas = 27 L/linha
20 mm	20 mm x 7,2 m ² = 144 L	144 L/m ² / 4 linhas = 36 L/linha

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Os tratos culturais foram realizados para controlar as plantas daninhas e pragas, aqueles que são recomendados para a cultura. Controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida glyphosate (792,5 g kg⁻¹) com a dosagem 1,7 kg do p.c ha⁻¹, para controle de doenças foi utilizado o fungicida trifloxistrobina + tebuconazol (100 g L⁻¹ + 200 g L⁻¹) com a dosagem de 600 ml do p.c ha⁻¹; e para controle de pragas utilizou-se o inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina (100 g L⁻¹ + 12,5 g L⁻¹) na dose de 1 L do p.c ha⁻¹. Todos estes produtos foram manuseados em uma bomba costal de 12 L, com uma vazão de 180 litros por hectare, possuindo um bico tipo leque (aplicação manual).

A dose do adubo nitrogenada aplicada em cobertura foi recomendada pelo boletim técnico 100, para alcance da maior produtividade esperada. A fonte utilizada foi a ureia convencional com concentração de 45% de N. A cobertura nitrogenada, foi realizada apenas em uma única dose, quando a cultura apresentou seis folhas (totalmente expandidas), com estágio V6 (RAIJ, 1997).

Na maturidade fisiológica do milho (estádio R6), foram avaliados:

- Altura de plantas (AP): definida através da distância (m) do nível do solo ao ápice do pendão do milho, com uma régua de 2 metros;
- Altura de inserção da primeira espiga (AIPE): definida como sendo a distância (m) do nível do solo até a inserção da espiga principal, utilizando uma régua de 2 metros;
- Diâmetro basal do colmo (DC): utilizando-se um paquímetro (mm) manual para medição, tomando como base o segundo entrenó da planta;
- Massa de 100 grãos (M100): determinada em balança de precisão (0,01g) à 13% de umidade (base úmida – b.u.);
- Produtividade de grãos (PROD): estabelecida por meio da coleta das espigas, contidas em 2 metros das 4 linhas de cada parcela. Após a trilhagem, os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg/ha⁻¹, contendo a base úmida a 13%;
- Estande da planta (Estande): Determinado em um espaço de 2 m⁻¹, utilizado uma régua de 2 m sobre o solo.

Coletou-se 10 espigas de milho para as seguintes avaliações:

- Comprimento da espiga (despalhada): determinado do ápice até a base da espiga;
- Diâmetro da espiga (despalhada): utilizando o paquímetro manual;
- Número de fileiras por espiga: obtido em missão de associar o número de fileiras de grãos em cada espiga;
- Número de grãos por fileira da espiga: determinado em função da relação entre o número de grãos em cada fileira da espiga;
- Número de grãos por espiga: obtido através da contagem do número de grãos em cada espiga de milho, de cada unidade experimental;

Após a coleta de todos os dados, esses foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Na presença de diferenças significativas, foi realizada a análise de regressão (pelos tratamentos avaliados serem variáveis quantitativas), bem como o efeito da interação entre os fatores. Utilizou-se o software SISVAR[®], para obtenção dos dados estatísticos (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Serão mostrados neste capítulo, os resultados encontrados, as avaliações e as observações. Serão demonstrados os dados das precipitações influenciadas pelas lâminas de água e o teor da adubação do Nitrogênio em diferentes épocas de aplicações.

3.1 Precipitações e Irrigação

Durante o ciclo do milho, o acúmulo das precipitações aplicado e pluviométrica que foram executados no experimento tiveram como uma proporção de 473,51 mm total.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), a precipitação efetiva ocorrida (quantidade necessária em mm) seria suficiente para suprir adequadamente as necessidades hídricas da cultura, pois sua exigência hídrica é variável entre 400 e 600 mm durante seu ciclo de vida. Logo a distribuição de água através da irrigação foi de extrema importância, proporcionando o desenvolvimento da cultura de forma adequada. Entretanto, um ponto importante a ser destacado é a variação climática que se teve no decorrer do experimento, que acabou ocasionando queimaduras nas plantas, ou seja, queda de temperatura extrema na região, nos meados dos dias 29 de julho de 2021 a 30 de julho de 2021, tendo queda de temperatura chegando a 4° C na região.

Nascimento *et al.*, (2018) estudando o efeito da temperatura sobre o milho e a soja no estado de Mato Grosso do Sul demonstraram que mudanças de temperatura pode impactar de forma drástica as culturas de soja e de milho, sobretudo mudanças adversas, que foi o que aconteceu no mês de julho no decorrer do experimento. Os autores reforçam quedas repentinas com vários dias sequenciais e temperaturas muito baixas podem prejudicar o plantio, desenvolvimento e colheita desses cultivos.

Na Tabela 02, são apresentados os valores em milímetros que foram aplicados no decorrer do experimento durante 5 meses de desenvolvimento. No total foram 5 aspersores em um raio de 8 metros de raio em uma circunferência. Durante aplicação das diferentes lâminas de água foram aplicados manualmente, usando regadores e aplicando em diferentes proporções para cada tratamento definido em suas proporções estimadas (05 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm).

Tabela 02 – Total de água utilizado no experimento.

Rega	mm
14/04 à 27/04/2021	140,49
20/05 à 31/05/2021	76,02

01/06 à 30/06/2021	138,93
01/07 à 30/07/2021	118,07
01/08 à 07/08/2021	0
Total	473,51

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

3.2 Variáveis de Crescimento, Desenvolvimento e Componentes de rendimento da planta

De acordo com Tabela 03, as médias da altura da planta (AP), altura da inserção da primeira espiga (AIPE), massa de cem grãos (M100), diâmetro do colmo (DC) e produtividade (PROD), em função das épocas de aplicação do adubo nitrogenado e lâminas de águas, através dos valores obtidos pelo teste de Tukey a 5%, não apresentaram diferenças significativas. Entretanto a aplicação de adubo 14 dias antes das lâminas, apresentou resultado de produtividade de 1963,04 kg/ha e em 1 dia depois das lâminas, resultou em 2.267,70 kg/ha. Através desses resultados, a melhor época para aplicação de ureia é definida de um dia após a vinda da chuva ou área irrigada, ou seja, possibilita um maior rendimento dos grãos. De acordo com as lâminas de água, se destacou na produtividade em comparação as parcelas (5 mm, 15 mm e 20 mm) evidenciando uma regressão.

A maior altura de plantas foi 1,51 m observada com a lâmina de água de 10 mm para a diluição do nitrogênio. Barbosa (2017) avaliando o desempenho produtivo do milho sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada em um solo LATOSSOLO AMARELO coeso argissólico de textura Média/argilosa, observou altura de plantas de 2,44 m, valores superiores do trabalho.

Tabela 03 - Médios dos valores de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro do colmo (DC), massa de cem grãos (M100) e produtividade (PROD), em função das épocas de aplicação do adubo nitrogenado e lâminas de água. Santa Fé do Sul-SP, 2021.

Tratamento	AP	AIPE	DC	M100	PROD
	(m)		(mm)	(g)	(kg/há)
Épocas de aplicação de Ureia - (E)					
14 dias ALA	1,49a	0,70a	20,88a	13,71a	1963,04a
7 dias ALA	1,46a	0,69a	20,26a	13,86a	2115a
1 dia ALA	1,47a	0,69a	20,22a	13,07a	2222,89a
1dia DLA	1,46a	0,67a	20,09a	13,86a	2267,7a
Lâmina de água (L)					
5 mm	1,42	0,69	20,4	13,57	1515,72
10 mm	1,51	0,7	20,45	13,43	2600,09
15 mm	1,47	0,67	20,47	14,07	2436,88
20 mm	1,48	0,68	20,13	13,43	2016,94
Teste F - (E)	0,22ns	0,41ns	0,69ns	1,02ns	0,69ns

Teste F - (L)	1,71ns	0,83ns	0,14ns	0,67ns	8,91**
Teste F - E x L	0,91	0,57ns	0,36ns	1,14ns	0,29ns
DMS	0,1	0,05	1,58	1,41	612,46
CV (%)	7,6	8,46	8,27	10,97	30,3

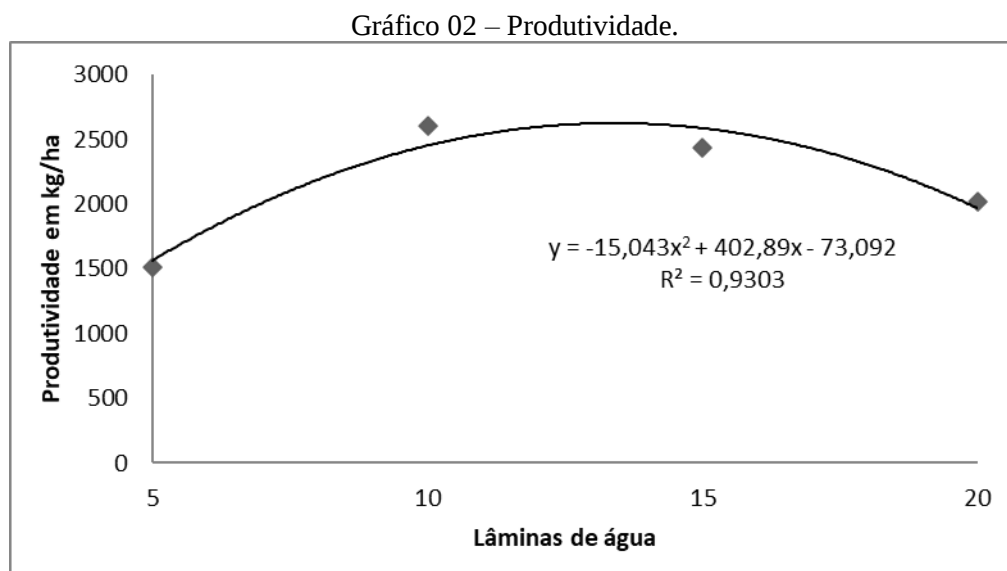
Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente ns: não significativo. CV; coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa. ALA - antes das lâminas de água; DLA – depois das lâminas de água.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Nas lâminas de águas foi observado uma diferença significativa de 1%, como descrito no Gráfico 02, com o aumento das lâminas de água até o fator de 10 mm no objetivo de disponibilizar o nitrogênio, observando-se um aumento na produtividade. A aplicação até os 13,39 mm seria satisfatório para o fornecimento adequado de água para o adubo nitrogenado e a cultura nas condições do solo estudado. Contudo, constatou-se diminuição na produtividade na lâminas superiores a 14 mm, sendo que uma das hipóteses é a perda por lixiviação, ou seja, perdendo em profundidade.

Segundo Hoeft (2003), a época correta, o método da aplicação de N na cultura e a quantidade a ser usada são importantes para não haver perda do fertilizante e não prejudicar a produtividade e a contaminação das fontes de água subterrânea pelos nutrientes. Se for aplicado mais cedo o N, antes do período em que a cultura necessita dele, caso seja maior dose efetuada, maior será a quantia de N perdida. Contribuindo 72% total de N perdido pelos principais meios, por lixiviação e a desnitrificação. No entanto, a velocidade de mineralização e imobilização por plantas e microrganismos é a consequência da perda por lixiviação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

No teste F para época de aplicação de ureia não deu significativo, indicando-se com letra (a). Já para a análise de regressão deu significativo apenas para produtividade, representado pela parábola a seguir, sendo o ponto alto da equação é na lâmina de 13,39 mm, proporcionando a produtividade máxima de 2.624 kg/ha (Gráfico 2).



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Na tabela 04, estão as variáveis, estande de plantas (Estande), diâmetro e comprimento de espiga (DE e CE), número de grãos e fileiras por espiga (NGE e NFE), em função das épocas de aplicação do adubo nitrogenado. Não foram observadas diferenças entre si, ou seja, não deram significância, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Um dos fatores que mais influência na produtividade final de grãos é a população de plantas, considerando um dos manejos ligado a semeadura, evitando perdas e irregularidades do desenvolvimento. Segundo Madaloz (2015), o número de espigas por área, de grãos por espigas e o peso de grãos, são os componentes de rendimento do milho, o que representa 85% da produtividade que é dada ao número de grãos, assim, um estande de plantas ideal pode favorecer o número de espigas por área.

Diâmetro e comprimento de espiga (DE e CE), observa-se que 1 dia antes da lâmina de água e com aplicação da adubação, mostrou maior crescimento. Já no número de grãos e fileiras por espiga (NGE e NFE), o que se sobressaiu, foi a aplicação 1 dia APA da adubação.

Tabela 04 – Médios dos valores estande de plantas (Estande), diâmetro e comprimento de espiga (DE e CE), número de grãos e fileiras por espiga (NGE e NFE), em função das épocas de aplicação do adubo nitrogenado e lâminas de água. Santa Fé do Sul-SP, 2021.

Tratamento	Estande	DE	CE	NGE	NFE
Planta/ha	(cm)	nº			
Épocas de aplicação de Ureia - (E)					
14 dias ALA	52430a	3,20a	9,76a	192,9a	14,93a
7 dias ALA	55208a	3,27a	10,16a	193,6a	15,37a
1 dia ALA	52777a	3,29a	10,25a	205,1a	15,56a
1 dia DLA	54513a	3,25a	10,16a	199,6a	15,06a
Lâminas de água (L)					
5 mm	53819	3,03	9,19	189,0	14,62

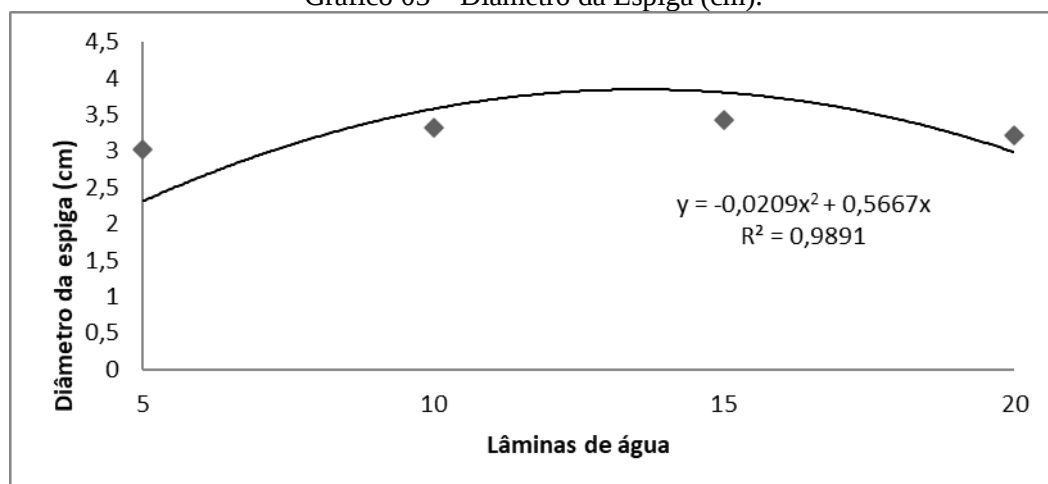
10 mm	54166	3,33	10,43	199,8	15,18
15 mm	54861	3,42	10,44	200,2	15,81
20 mm	52083	3,22	10,25	202,3	15,31
Teste F - (E)	2,01ns	0,26ns	0,50ns	0,24ns	1,93ns
Teste F - (L)	1,56ns	5,85**	3,67*	0,27ns	5,62**
Teste F – E x L	1,17ns	0,10ns	0,26ns	0,55ns	1,46ns
DMS	3566,02	0,26	1,17	43,53	0,77
CV (%)	7,03	8,52	12,36	23,32	5,40

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente ns: não significativo. CV; coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa. ALA - antes das lâminas de água; DLA – depois das lâminas de água.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

De acordo com o teste F para época de aplicação de ureia não deu significativo, já para as lâminas de irrigação (Tabela 04), nota-se diferenças significativas de 1%, para DE e NFE e 5% de diferença significativa para CE (gráfico 3, 4 e 5). A lâmina de 15 mm teve excelente resultado para o Estande, DE, CE e NFE, já no NGE o que proporcionou melhor resultado foi as lâminas de 20 mm.

Gráfico 03 – Diâmetro da Espiga (cm).

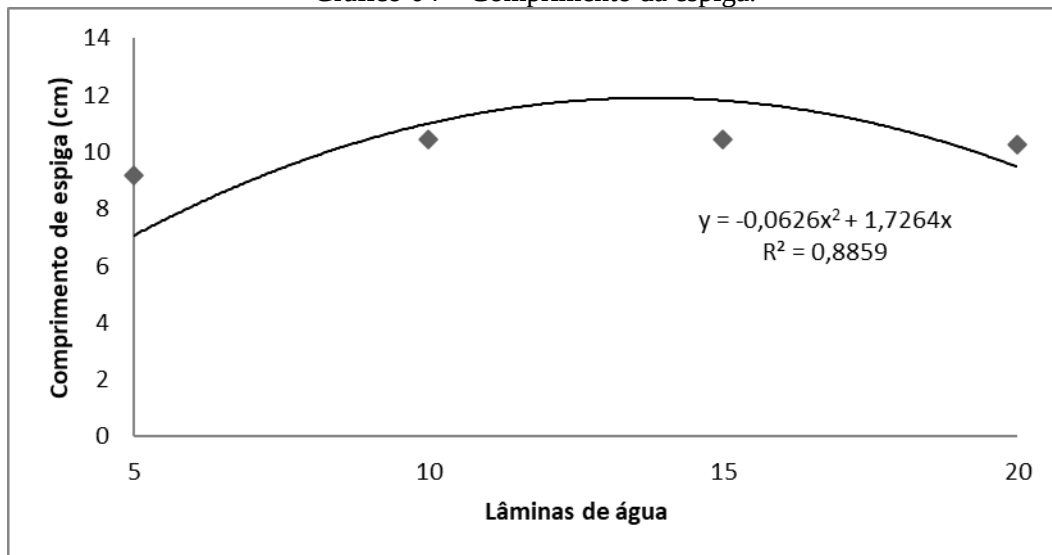


Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Para a análise de regressão de lâminas de água para DE no Gráfico 03, representa-se pela parábola, sendo o ponto máximo da equação é na lâmina de 13,56 mm, que proporciona um diâmetro de 3,84 cm.

O resultado do comprimento da espiga se ajustou a uma equação quadrática (Gráfico 4). Assim, verificou-se aumento no comprimento da espiga até a aplicação de 13,79 mm, possibilitando um comprimento de 11,90 cm, contudo constatou-se redução da espiga em função do aumento da água,

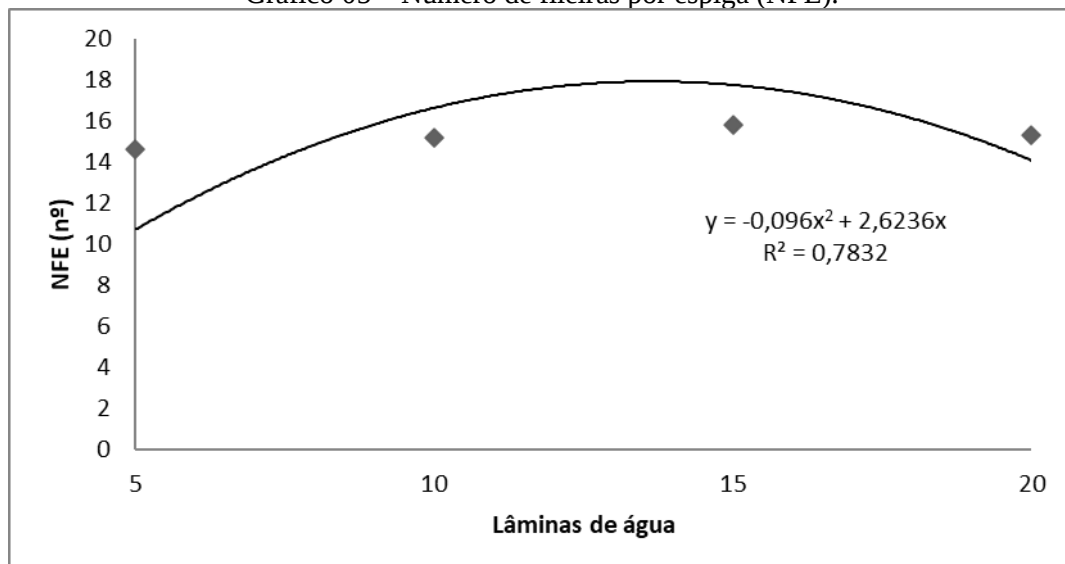
Gráfico 04 – Comprimento da espiga.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Já no Gráfico 05 em NFE, a análise mostra a lâmina de 13,66 mm em seu ponto máximo das lâminas de água, apresentando um número de fileiras de 18. Conforme Kaman *et al.* (2011) e Oliveira (2018), a adoção de tecnologias que façam o uso eficiente e efetivo da água como é o caso dos sistemas irrigados é essencial para que as produções agrícolas para que possam atender a demanda por alimento a um nível que seja satisfatório.

Gráfico 05 – Número de fileiras por espiga (NFE).



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Evidencia-se que os resultados dos Gráficos 02, 03, 04 e 05 ilustra que a melhor época de aplicação nitrogênio é 1 dia após a lâminas de água (ou chuva), já em questão de produtividade nas lâminas, a que se destacou foi uma média de 13 mm. Com isso, obtém uma

ótima produção e comercialização das espigas em questão de quantidade. Acima de 14 mm, obteve uma queda na quantidade e produtividade, ocasionado perda por lixiviação e profundidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do nitrogênio não responde a época aplicada na superfície do solo na produtividade e características agrônômicas do milho safrinha, de acordo com a presente pesquisa.

Aplicação da lâmina de água interfere no diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras por espiga e produtividade, com a lâmina entre 13 mm.

5 REFERÊNCIAS

ALVA, A. K. *et al.* Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.

ALVES, B.M. *et al.* Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.884-891, 2015.

ARAUS, J. L. *et al.* Phenotyping maize for adaptation to drought. **Frontiers in Physiology**, Barcelona, v.3, p.305, 2012.

BARBOSA, W. S. S. Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. Universidade federal de Alagoas. Dissertação de mestrado (mestrado em Produção vegetal). **Centro de Ciências Agrárias**. Rio Largo – AL, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1938/1/Milho%20cultivado%20sob%20diferentes%20l%C3%A2minas%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20e%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20nitrogenada.pdf>>. Acesso em: 25 de outubro de 2021.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora. P.52, 2014.

CONAB – (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**. Brasília. p.94, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras>>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.

CONAB – (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília. v.7, Safra 2019/2020. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.

EMBRAPA. Cultivo do Milho. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>>. Acesso em 25 de setembro de 2020.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária. p.21-54. 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. Universidade Federal de Lavras/UFLA. Lavras. v.38, n.2, 2014.

GALINDO, F. S. *et al.* O. Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*. **Agronomy Journal**, Madison, v. 111, n. 4, p.1985-1997, 2019.

GONG F. *et al.* Making better maize plants for sustainable grain production in a changing climate. **Frontiers in Plant Science**. Henan Agricultural University, Zhengzhou, China. v.6, a.835, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00835>>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

GREAVES G. E. *et al.* Effect of regulated deficit irrigation scheduling on water use of corn in southern Taiwan tropical environment. **Agricultural Water Management**. Journal Article. China: Taiwan. v.188, p.115-125, 2017.

HERNANDEZ, F.B.T. *et al.* Software HIDRISA e o Balanço Hídrico de Ilha Solteira. UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, **Série Irrigação**. Ilha Solteira. n.1, p.45, 1995.

HOEFT, R. G. Informações Agronômicas nº 104 - Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA. **Potafos**. Piracicaba, p.1-4, 2003. Disponível em: < [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/1993B6ABB7FAD38D83257AA2005B9AC8/\\$FILE/Page1-4-104.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/1993B6ABB7FAD38D83257AA2005B9AC8/$FILE/Page1-4-104.pdf)>. Acesso em: 05 de novembro de 2021.

KAMAN, H. *et al.* Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.98, n.5, p.801–807, 2011.

LARA CABEZAS, W. A. R. *et al.* 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.

MADALUZ, J. C. C. A Importância do Estande de Plantas. **Blog Agronegócio em Foco – DuPont Pioneer**. 2015. Disponível em: < <https://www.pioneersementes.com.br/blog/18/a-importancia-do-estande-de-plantas>>. Acesso em: 24 de outubro de 2021.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2. ed. atual e ampliada. **Universidade Federal de Lavras**. Lavras - MG. p.339, 2006. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lso/arquivos_aula/LSO_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2021.

MORTATE, R. K. *et al.* Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Journal of neotropical agriculture**, Cassilândia, v.5, n.1, p.1-6, 2018.

NASCIMENTO, W.F. *et al.* Efeitos da temperatura sobre a soja e milho no Estado de Mato Grosso do Sul. **Investigación Agraria**. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS. v.20, n.1, p.30-37, 2018.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: IAC; Rio de Janeiro: EMBRAPA – SOLOS. p.64, 1999.

OLIVEIRA, Z. B. DE. Rendimento de grãos de milho irrigado por gotejamento subterrâneo e estimativa da irrigação com dados da previsão do tempo / yield of corn grants irrigated by underground dripping and estimation of irrigation with time forecast data. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria –RS. v.12, n.1, p.40–51, 2018.

RAIJ, B. V. *et al.* Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. **Instituto Agrônômico**. Campinas, p.285, 2001.

RAIJ, B. V. *et al.* Boletim 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Instituto Agrônômico/Fundação IAC**. 2. ed. Campinas, p.285, 1997.

SANTOS, M. M. *et al.* Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.34, p.1185-1194, 2010.

SILVA, S. *et al.* Physiological and productive responses of maize submitted to irrigation depths at different seasons of cultivation. **International Journal of Development Research**. v.9, n.12, p.32529-32536, 2019.

SOARES F. C. *et al.* Irrigação suplementar na produção de grãos e na eficiência de uso da água da cultura do feijoeiro. **Revista Agrarian**. Dourados, v.9, n.34, p.374-382, 2017. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4235>>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.719, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.918, 2013.

YI, L. *et al.* Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practices: Resource capture and use efficiency. **Agricultural and Forest Meteorology**. Amsterdam, v.150, n.4, p.606–613, 2010.

AGRADECIMENTO

Ao programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – PIBIC/UNIFUNEC pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.