



CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DA CULTURA DO MILHO SOB DOSES DE NITROGÊNIO

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CORN CULTURE GRAINS UNDER NITROGEN DOSES

Marcelo Augusto da Silva Soares

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4541-8892>
E-mail: marcelocico_@hotmail.com

Lílian Renata Alves Farias

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3317-9353>
E-mail: lilian_lraf@hotmail.com

Samuel Silva

Instituto Federal de Alagoas, Campus Piranhas – IFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7002-4388>
E-mail: samuel.silva@ifal.edu.br

Gerlan do Nascimento Rodrigues

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9881-6811>
E-mail: gerlan38@gmail.com

Jorge Luiz Xavier Lins Cunha

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7382-6493>
E-mail: jorge.cunha.xavier@gmail.com

Ana Caroline De Almeida Moura

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4243-2077>
E-mail: mourac997@gmail.com

Submetido: 5 maio 2023.

Aprovado: 20 jun. 2023.

Publicado: 3 jul. 2023.

E-mail para correspondência:

lilian_lraf@hotmail.com

Resumo: A adubação nitrogenada é um dos principais responsáveis pelo o aumento do crescimento e da produtividade agrícola do milho, devido esse elemento ser o mais extraído pela cultura, no entanto, tem que ser manejado de forma correta, pois é também o que mais onera os custos de produção. Diante disso, o objetivo com essa pesquisa foi avaliar o crescimento e rendimento de grãos da cultura do milho sob doses de nitrogênio, na região de Rio Largo, Alagoas. O experimento foi realizado no período de 19/11/2017 a 16/03/2018. O delineamento estatístico foi blocos casualizados no esquema de parcelas subdividas, com 20 tratamentos e quatro repetições, sendo cinco níveis de irrigação por gotejamento (40, 80, 120, 160 e 200% da evapotranspiração da cultura - ET_c) e quatro doses de adubação nitrogenada (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de nitrogênio). A interação entre as lâminas de irrigação e as doses de nitrogênio não foi significativa, uma justificativa para isso é que o solo com umidade acima da capacidade de campo fez com que boa parte do nitrogênio tenha sido lixiviado, dessa forma, foram analisados apenas os efeitos dos tratamentos de níveis de adubação, sem desdobramentos. Os valores totais de precipitação pluvial, ET_o e ET_c durante o ciclo de cultivo foram 367, 536 e 460 mm, respectivamente. Os maiores valores de altura do dossel (240,2 cm), índice de área foliar (4,4) e produtividade agrícola (9,0 t ha⁻¹) foram obtidos com a dose de 225 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Palavras-chave: Altura do dossel. Índice de área foliar. Produtividade agrícola.



Abstract: Nitrogen fertilization is one of the main factors responsible for the increase in the growth and agricultural productivity of corn, because this element is the most extracted by the crop, however, it has to be managed correctly, as it is also the one that most costs costs of production. Therefore, the objective of this research was to evaluate the growth and grain yield of the corn crop under nitrogen doses, in the region of Rio Largo, Alagoas. The experiment was carried out from 19/11/2017 to 16/03/2018. The statistical design was randomized blocks in the split plot scheme, with 20 treatments and four replications, with five levels of drip irrigation (40, 80, 120, 160 and 200% of the crop evapotranspiration - ETc) and four doses of nitrogen fertilization. (0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹ of nitrogen). The interaction between the irrigation depths and the nitrogen doses was not significant, a justification for this is that the soil with moisture above the field capacity caused a large part of the nitrogen to have been leached, thus, only the effects were analyzed. of the treatments of fertilization levels, without consequences. The total values of rainfall, ETo and ETc during the cultivation cycle were 367, 536 and 460 mm, respectively. The highest values of canopy height (240.2 cm), leaf area index (4.4) and agricultural productivity (9.0 t ha⁻¹) were obtained with the dose of 225 kg ha⁻¹ of nitrogen.

Keywords: Canopy height. Leaf area index. Agricultural productivity.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é a cultura mais produzida no mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, na safra 2017/18 sua produção mundial foi de 1,076 bilhão de toneladas ⁽¹⁾. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial com 126.941,5 milhões de toneladas, apresentando um incremento de 12,5% a mais que na safra 2021/22 ⁽²⁾, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, com produção de 383,9 e 272,6 milhões de toneladas ⁽³⁾. Dentre os 26 Estados brasileiros, Alagoas concentra somente cerca de 1% da produção brasileira em milho ⁽⁴⁾. Esse baixo rendimento agrícola alagoano está atrelado ao manejo incorreto do nitrogênio, pois esse elemento é o mais extraído pela cultura do milho e o que mais limita seu crescimento e sua produtividade agrícola ^(5; 6; 7). Dessa forma, torna-se imprescindível avaliar as doses de nitrogênio que possibilitem o maior crescimento e produtividade de grãos.

O conhecimento das relações entre as variáveis de crescimento submetidas a doses de nitrogênio é essencial para aumentar o rendimento agrônômico dos cultivos agrícolas, pois a altura do dossel e o índice de área foliar possuem forte ligação com o rendimento agrícola da cultura do milho. Essas variáveis dependem do nitrogênio, pois esse elemento constitui as proteínas e enzimas, principalmente as que atuam na fotossíntese, além das moléculas de clorofila e ácidos nucleicos ⁽⁸⁾.



Barbosa ⁽⁹⁾ em trabalho com as doses de nitrogênio de 0, 75, 150 e 225 Kg ha⁻¹ na cultura do milho, verificou que doses superiores a 150 Kg de N ha⁻¹ proporcionam aumento na altura do dossel, no índice de área foliar e na produtividade agrícola. Lyra *et al.* ⁽¹⁰⁾, observaram máxima produtividade de grãos de 5,5 t ha⁻¹ com a dose de 200 kg de N ha⁻¹ e a dose de 100 kg de N ha⁻¹ favorece a altura do dossel vegetativo e índice de área foliar, 146,3 cm e 4,7, respectivamente. Conforme Soares *et al.* ⁽¹¹⁾, a altura do dossel é uma variável que deve ser observada nas estimativas de produção, pois possui alta relação com a produtividade agrícola e por isso é uma variável que deve ser observada nas estimativas de produção. Silva *et al.* ⁽¹²⁾, estudando a necessidade de nitrogênio para produção de grãos e silagem de milho, na região de Dois Vizinhos, Paraná, verificaram que as plantas de milho com maiores índices de área foliar refletiram em maiores produtividades de grãos.

Recentemente, estudos sobre a adubação no milho estão sendo intensificados, diante da importância que a mesma apresenta. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a produtividade dos grãos do milho (*Zea mays* L.) sob níveis de adubação nitrogenada na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL (09°28'02" S e 35°49'43" W, 127 m de altitude), numa área de 3.040 m² de Latossolo Amarelo coeso argiloso com textura média/argilosa e declividade inferior a 2% ⁽¹³⁾. O clima é, pela classificação de Thornthwaite e Mather, quente e úmido (B₁), megatérmico (A'), com deficiência de água moderada no verão (s), com grande excesso de água no inverno (w₂), e a precipitação pluvial média anual da região é 1.800 mm.

O delineamento estatístico utilizado foi blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco lâminas de irrigação (40%, 80%, 120%, 160% e 200% da ET_c) nas parcelas de 20 linhas com 8,0 m de comprimento e espaçamento de 0,80 m (128,0 m²), em que as lâminas de irrigação foram determinadas com base no estudo feito por Barbosa ⁽⁹⁾. Nas subparcelas foram colocadas quatro doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹). Mas nesse trabalho, foi avaliado apenas o efeito da adubação nitrogenada, pois não houve

interação significativa nos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis analisadas.

O preparo do solo foi realizado com duas gradagens (aradora e niveladora) e o sulcamento foi realizado manualmente com sulcos de 8,0 m de comprimento espaçados de 0,8 m, resultando em cinco linhas de plantas por subparcela (32 m²) e 20 linhas por parcela (128 m²). Realizou-se calagem de acordo com a análise de solo para elevar a saturação de bases para 60%.

A adubação foi feita em função da produtividade esperada de 10 t ha⁻¹ de grãos, de acordo com Coelho ⁽¹⁴⁾, em que se aplicou 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 94 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 1). Para isso, se aplicou em fundação a fonte de fósforo mais metade do potássio. A segunda metade do potássio mais o nitrogênio foram aplicados em cobertura aos 15 dias após o plantio (DAP), utilizando ureia como fonte de nitrogênio e distribuindo as doses conforme cada tratamento.

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm

Determinações	Resultados		Determinações	Resultados	
	Camadas (cm)			Camadas (cm)	
	0-20	20-40		0-20	20-40
pH em água	6,5	6,1	Soma de bases	3,6	2,3
Sódio (mg dm ⁻³)	37	35	CTC efetiva (cmol dm ⁻³)	3,67	2,55
Fósforo (mg dm ⁻³)	36	11	CTC total (cmol dm ⁻³)	9,5	9,1
Potássio (mg dm ⁻³)	65	59	Matéria orgânica (%)	3,06	1,96
Cálcio (cmol dm ⁻³)	2,3	1,4	Saturação de bases (%)	38,1	25,3
Mg (cmol dm ⁻³)	1,0	0,6	Saturação de alumínio (%)	1,1	9,8
Ca+Mg (cmol dm ⁻³)	3,3	2	Cu (mg dm ⁻³)	0,6	0,3
Al (cmol dm ⁻³)	0,04	0,25	Fe (mg dm ⁻³)	273	341
H+Al (cmol dm ⁻³)	5,9	6,8	Zn (mg dm ⁻³)	2	0,5

Fonte: Dos autores (2020).

O plantio foi realizado em 19 de novembro de 2017, colocando-se duas sementes a cada 25 cm, e quando as plantas atingiram 4 folhas totalmente expandidas, foi feito o desbaste para retirada da planta menos vigorosa, deixando 50.000 plantas por hectare. O controle das plantas nativas foi realizado em dois períodos: em 28/12/2017 (39 DAP) e 06/01/2018 (48 DAP). A primeira pulverização foi efetuada com o herbicida glifosato, com a dose de 3,9 L ha⁻¹ e na segunda aplicação foi utilizado 3,6 L ha⁻¹ do herbicida Tordon. Nos dias 05/12 (16 DAP) e 17/12/2017 (28 DAP) foi aplicado 0,65 L ha⁻¹ do inseticida metomil para controlar a lagarta-do-cartucho.



As variáveis de precipitação pluvial (P) e evapotranspiração de referência (ET_o) foram cedidos pelo Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia (LIA) que mantém uma estação automática de aquisição de dados ao lado do experimento.

As análises de crescimento foram realizadas quinzenalmente a partir dos trinta dias após o plantio, com base nas variáveis altura do dossel (AD) e índice de área foliar (IAF), em 20 plantas marcadas por parcela. O IAF foi calculado pela equação: $IAF = AF \cdot G \cdot (NP/\epsilon)$, também utilizada por Barbosa ⁽⁹⁾, em que, AF é a área foliar (m²), ϵ é o espaçamento médio entre linhas (m), G é o comprimento da linha de contagem das plantas (m) e NP é o número de plantas na linha de contagem. A área foliar foi determinada pela equação utilizada por Sangoi *et al.* ⁽¹⁵⁾: $AF = 0,75C \cdot L \cdot (NF+2)$, em que 0,75 é o fator de correção de forma das folhas, C é o comprimento da “folha +3”, L é a largura da “folha +3” e NF é o número de folhas totalmente expandidas por planta. As curvas de IAF foram estimadas pelo modelo polinomial quadrático e a da altura do dossel pelo modelo exponencial de primeira ordem.

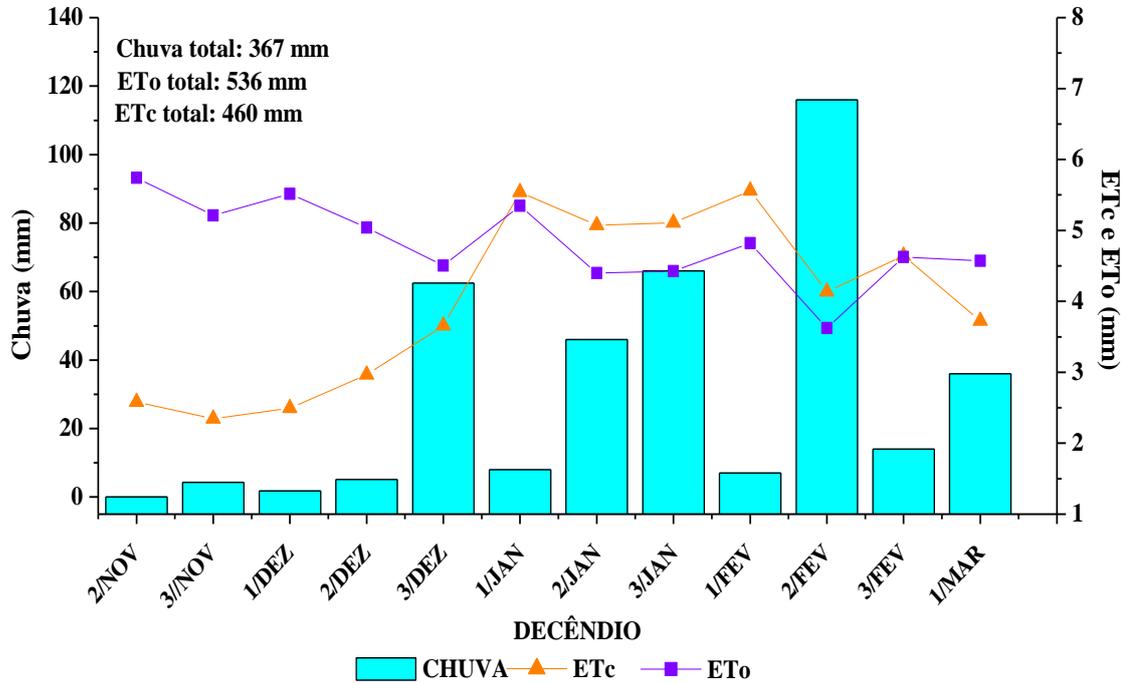
A colheita de grãos na área útil da subparcela foi realizada na fase de maturação fisiológica (120 DAP), em que a produtividade agrícola foi estimado pesando-se os grãos das plantas situadas em 3 m lineares das três linhas centrais da subparcela, conforme a equação proposta por Soares *et al.* ⁽¹⁶⁾: $PA = 10.000 (M / C \cdot \epsilon)$, em que, PA é a produtividade agrícola (kg ha⁻¹), M é a massa colhida na área amostrada (kg), C é o comprimento total das linhas colhidas (m), ϵ é o espaçamento entre linhas (m) e 10.000 é o fator de conversão para hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, utilizando o programa estatístico Sisvar (Sistema de Análise de Variância). Os gráficos gerados nesse estudo foram feitos pelo software Microcal Origin 6.0.

Resultados e Discussões

Nos 110 dias de cultivo do milho choveu 367 mm, abaixo das exigências hídricas da cultura, que é de 400 a 600 mm ^(17; 18). No entanto, essa demanda por água pode variar de acordo com a região climática, cultivar e do sistema de cultivo. A ET_o total durante o cultivo foi 536 mm, com a máxima diária de 6,3 mm aos 19 dias após o plantio (DAP) e média de 4,6 mm dia⁻¹. A ET_c total foi 460,0 mm, com média de 4,0 mm dia⁻¹ e aos 60 DAP, quando a planta se encontrava no estágio fenológico de florescimento, ocorreu a ET_c máxima diária de 6,3 mm (Figura 1).

Figura 1 - Chuva, evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c) decendiais, na região de Rio Largo, AL, no período novembro de 2017 a março de 2018

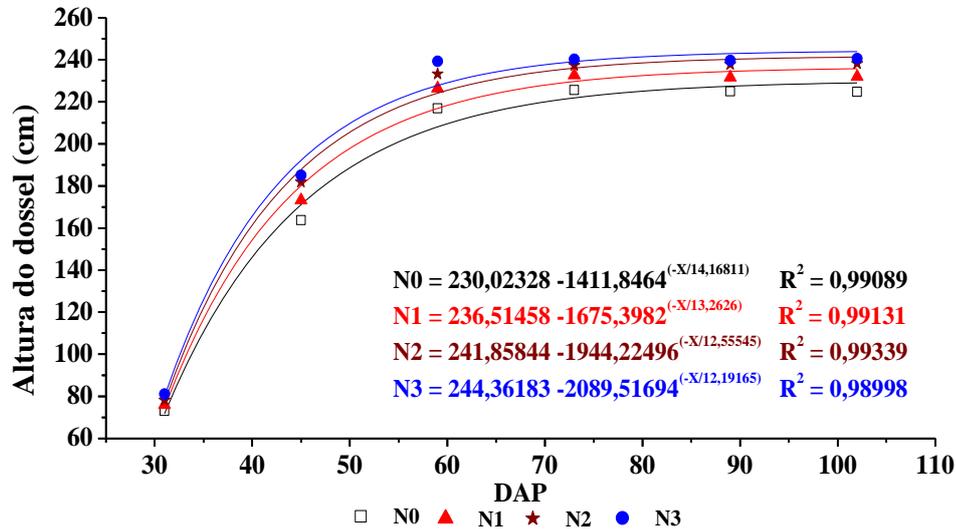


Fonte: Dos autores (2020).

A altura do dossel em função das doses de nitrogênio ajustou-se ao modelo exponencial de primeira ordem, com coeficientes de determinação (R²) de 0,99, 0,99, 0,99 e 0,98, respectivamente para as parcelas adubadas com os seguintes tratamentos: N0, N1, N2 e N3 (Figura 2).

Os valores máximos da altura do dossel foram observados aos 73 DAP, sendo 225, 232, 237 e 240,2 cm nos tratamentos sem nitrogênio (N0), 75 kg de N ha⁻¹ (N1), 150 kg de N ha⁻¹ (N2) e 225 kg de N ha⁻¹ (N3), respectivamente, com diferença de 6,1% da altura do dossel no tratamento N3 em relação ao N0. E, a partir desse momento o crescimento da cultura estabilizou porque os fotoassimilados passaram a ser direcionados para a produção e acúmulo de amido nos grãos.

Figura 2 - Altura do dossel vegetativo (cm) do milho híbrido AG 7088, em função das doses de nitrogênio: 0 (N0), 75 (N1), 150 (N2) e 225 kg de N ha⁻¹ (N3), na região de Rio Largo, AL, de 20/12/17 a 02/03/2018



Fonte: Dos autores (2020).

Esses resultados corroboram com o obtido por Costa *et al.* ⁽¹⁹⁾, que verificaram maior altura do dossel de 229,2 cm com a variedade Jabotão aos 70 DAP. A justificativa para redução da altura do dossel nos tratamentos N0 e N1 é que, conforme Fornasieri filho ⁽²⁰⁾, o nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelo milho e que mais influencia no crescimento dessa cultura, pois realiza funções importantes no metabolismo das plantas, como constituinte de proteínas, ácidos nucléicos e da clorofila (molécula que atua na fotossíntese). Esse elemento está diretamente ligado com o crescimento, visto que as plantas com deficiência de nitrogênio apresentam redução na altura e conseqüentemente menores áreas foliares e, desta forma, comprometem a fotossíntese, por menor interceptação da radiação solar ⁽⁶⁾.

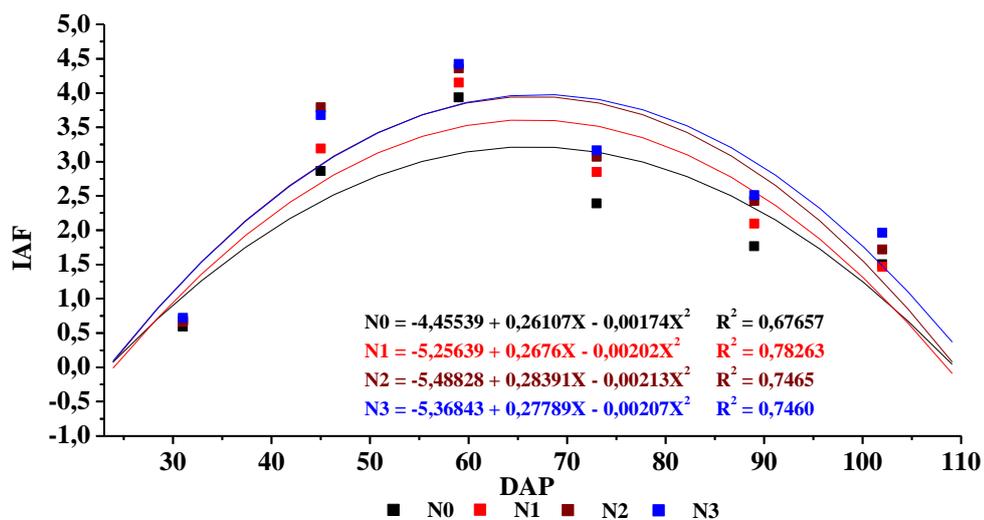
Saeed *et al.* ⁽²¹⁾ e Khatun *et al.* ⁽²²⁾ verificaram 223,8 cm de altura do dossel com a aplicação de 250 kg de N ha⁻¹ e 192,3 cm com 150 kg de N ha⁻¹. Lyra *et al.* ⁽¹⁰⁾, avaliando o crescimento e produtividade do milho Pioneer 30F35, submetido a doses de nitrogênio nos tabuleiros costeiros de Alagoas, obtiveram 206,4 cm de altura máxima do dossel com a dose de 150 kg N ha⁻¹ e menor altura de 173,1 cm com o tratamento sem nitrogênio.

Kappes *et al.* ⁽⁷⁾ avaliaram o comportamento da cultura do milho em relação a diferentes doses de N, e observaram que as características morfológicas são influenciadas pelas doses de N, e constataram que a medida que aumenta as doses de nitrogênio, ocorre

incremento linear nas alturas de planta, com valor de 255,0 cm de altura do dossel obtido com a dose de 150 Kg de N ha⁻¹. Portugal *et al.* (23) também observaram aumento linear na altura de plantas com o incremento das doses de nitrogênio, com 120,0 cm na dose de 120 Kg de N ha⁻¹. A altura do dossel possui forte ligação com a produtividade agrícola, provavelmente porque as plantas passaram por menos déficits nutricionais durante o seu desenvolvimento e acumularam maiores quantidades de reserva no colmo (24; 11). Portanto, é uma variável que deve ser observada para se obter uma estimativa de produção.

O índice de área foliar durante o ciclo da cultura apresentou incremento com o aumento das doses de nitrogênio, em que todos tratamentos atingiram o máximo no estágio de polinização (59 DAP), com valores de 3,9; 4,1; 4,3 e 4,4, observados em N0, N1, N2 e N3, respectivamente (Figura 3). Ou seja, houve diferença de 11,4% no índice de área foliar das parcelas adubadas com 225 Kg de N por ha⁻¹ em relação as parcelas cultivadas sem nitrogênio. A justificativa para essa redução do IAF nos tratamentos N0 e N1 é que, conforme Taiz e Zeiger (25), plantas de milho submetidas a ausência e/ou deficiência de nitrogênio tem seu crescimento e desenvolvimento inibidos porque esse nutriente está relacionado com a divisão e expansão celular. Quando as plantas atingiram o IAF máximo e começaram a translocar os fotoassimilados para a espiga, o IAF começou a decrescer devido a senescência das folhas mais velhas.

Figura 3 - Índice de área foliar do milho híbrido AG 7088, em função das doses de nitrogênio: 0 (N0), 75 (N1), 150 (N2) e 225 kg de N ha⁻¹ (N3), na região de Rio Largo, AL, de 20/12/17 a 02/03/2018



Fonte: Dos autores (2020).

França *et al.* ⁽⁶⁾ avaliando o crescimento do milho adubado com nitrogênio, obtiveram resultados semelhantes, em que o IAF máximo ocorre aos 65 DAP, no estágio de polinização, com valor de 4,4. Lopes *et al.* ⁽²⁶⁾ relataram que o IAF máximo do milho ocorreu entre 60 a 75 DAP com valor de 6,2, em plantios convencionais.

Lyra *et al.* ⁽¹⁰⁾ avaliaram o crescimento do milho submetido a doses de N, e observaram IAF máximo de 4,7 com a dose de 100 Kg de N ha⁻¹. Os mesmos autores constataram que após a cultura do milho atingir o IAF máximo a participação de fotoassimilados se destina principalmente a formação das espigas e enchimento de grãos. Barbosa ⁽⁹⁾, quando trabalhou com quatro doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 Kg de N ha⁻¹) em milho, observou IAF máximo de 3,5 com a dose de 225 Kg de N ha⁻¹ e 3,1 obtido com o tratamento sem nitrogênio, diferença de 13% na dose máxima aplicada em relação a testemunha. Silva *et al.* ⁽¹²⁾, verificaram que o maior índice de área foliar resulta em maiores produtividades.

A produtividade agrícola, em função das doses de nitrogênio teve efeito significativo, pelo teste F a 1% de probabilidade e os dados ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, com coeficiente de determinação R² = 0,95 (Tabela 2 e Figura 4).

Tabela 2 - Análise de variância com os valores dos quadrados médios de produtividade agrícola (PA - t ha⁻¹), em função das doses de nitrogênio, na região de Rio Largo, AL, no período de março de 2018

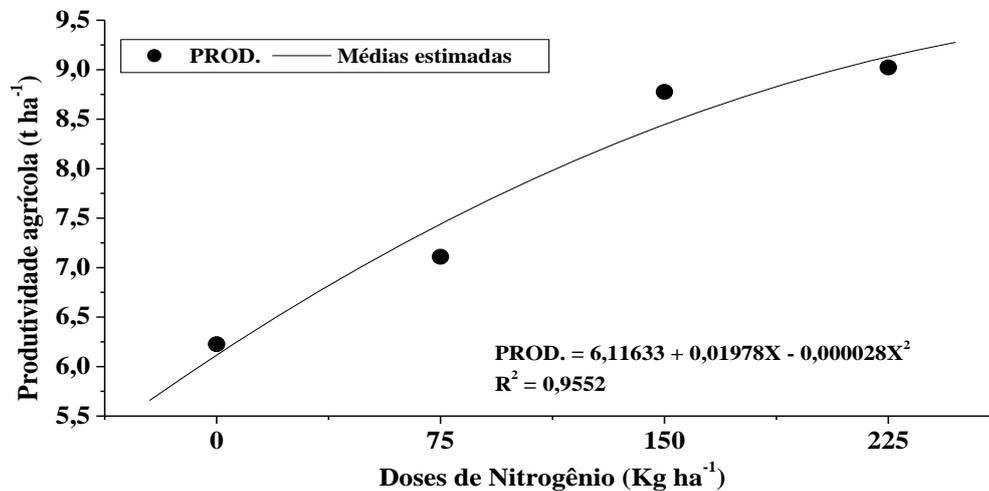
Fontes de Variação	1GL	Valores dos Quadrados Médios
		PA
0Bloco	3	2,42 ^{NS}
Doses de nitrogênio N	3	36,00 ^{**}
Erro	45	1,23
CV (%)	--	14,26

¹Graus de liberdade; ^{**}Significativo à nível de 1% de probabilidade; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: Dos autores (2020).

A produtividade agrícola máxima observada foi 9,0 t ha⁻¹, obtida com a dose máxima aplicada (N3) a menor foi 6,2 t ha⁻¹, com a testemunha sem nitrogênio. O incremento de produtividade agrícola do milho adubado com 225 kg de N ha⁻¹ (N3) em relação ao tratamento sem nitrogênio foi 31,1% (Figura 4).

Figura 4 - Produtividade agrícola (PA) ($t\ ha^{-1}$) do milho híbrido AG 7088, em função de doses de nitrogênio, cultivado na região de Rio Largo, Alagoas, Brasil, no período de novembro de 2017 a março de 2018



Fonte: Dos autores (2020).

Silva *et al.* ⁽²⁷⁾, estudou o efeito do nitrogênio em diferentes lâminas de irrigação, observaram que a produtividade de grãos em relação às doses de N em cobertura ajustou-se a um modelo de regressão quadrático, variando de $3,0\ t\ ha^{-1}$ na dose 0 (zero) a $3,8\ t\ ha^{-1}$ quando se aplicou $225\ kg$ de N por hectare. O mesmo ocorreu nos estudos feitos por Soares *et al.* ⁽¹⁶⁾, em que, verificaram maior produtividade com a dose de $208\ kg$ de N por hectare e menor com o tratamento sem nitrogênio, sendo $9,6$ e $7,1\ t\ ha^{-1}$, respectivamente, corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Firmino *et al.* ⁽²⁸⁾, em trabalho realizado em 2011, analisaram o desempenho agrônomo de milho com diferentes doses de nitrogênio e molibdênio, verificaram que a dose de $180\ kg$ de N por hectare promoveu produtividade de $8,9\ t\ ha^{-1}$ e que a dose zero de N resultou em $7,4\ t\ ha^{-1}$, uma diferença de $16,9\%$ no rendimento de grãos. Valores semelhantes foram obtidos por Barbosa ⁽⁹⁾, que observaram $8,0\ t\ ha^{-1}$ de grãos de milho com a dose de $171\ kg\ ha^{-1}$ de N. Lyra *et al.* ⁽¹⁰⁾, avaliando o efeito da adubação nitrogenada na cultura do milho na mesma região de Barbosa ⁽⁹⁾, obteve menor rendimento de grãos ($5,4\ t\ ha^{-1}$), com a dose de $200\ kg$ de N ha^{-1} .

Souza *et al.* ⁽²⁹⁾, obtiveram uma tendência diferente dessa pesquisa, em que observaram resposta linear e não quadrática para a produtividade agrícola em função do aumento das doses de N. O mesmo ocorreu com Kappes *et al.* ⁽⁷⁾, em que obtiveram incremento linear na produtividade à medida que aumentaram as doses de nitrogênio.



Alguns autores como Santos *et al.* ⁽³⁰⁾, Mendes *et al.* ⁽³¹⁾ e Lyra *et al.* ⁽¹⁰⁾, obtiveram máximas produtividades agrícolas com as doses de 340, 240 e 200 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Na literatura, os trabalhos são distintos quanto à resposta do rendimento agrícola do milho em relação ao sistema de manejo adotado e à quantidade de N aplicada.

Considerações Finais

A interação entre as lâminas de irrigação e as doses de nitrogênio não foi significativa, isto devido a umidade do solo acima da capacidade de campo, fato que ocasionou lixiviação de boa parte do nitrogênio. Dessa forma, foram analisados apenas os efeitos dos tratamentos de níveis de adubação. O aumento das doses de nitrogênio influenciou positivamente todos os componentes morfológicos e de rendimento avaliados: altura do dossel (240,2 cm), índice de área foliar (4,4) e produtividade agrícola (9,0 t ha⁻¹). Foi observada elevada eficiência de uso do nitrogênio, sendo que o aumento das doses maximizou a produtividade, de tal modo que a maior dose (225 kg N ha⁻¹) aumentou 6,1% comparativamente a ausência de adubação nitrogenada.

Referências

- 1 Contini E, Mota MM, Marra R, Borghi E, Miranda RA, Silva AF, Silva DD, Machado JRA, Cota LV, Costa RV, Mendes SM. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos, Embrapa, 2019.
- 2 CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2022/2023. 1º levantamento. 2022: 1-77 [cited 2023 fev 15]. Available from: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>.
- 3 FIESP. Safra Mundial de Milho 2022/23 - 10º Levantamento do USDA. 2023 [cited 2023 fev 15]. Available from: <file:///C:/Users/lilia/Downloads/file-20230209223412-boletimilhofevereiro2023.pdf> Informativo.
- 4 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2020 [cited 2023 mar 15]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pao-de-acucar/panorama>.
- 5 De Moraes Máximo, Paulo José *et al.* Adubação nitrogenada em cobertura em dois cultivares de milho no Cariri-CE. Revista de Agricultura Neotropical. 2019; 6(1): 23-28.
- 6 França S, Mielniczuk J, Rosa LMG, Bergamaschi H, Bergonci JI. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2011; 15(11): 1143-1151.



- 7 Kappes C, Arf O, Dalbem EA, Portugal JR, Gonzaga AR. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2014; 13(2): 201-217.
- 8 Fornasieri Filho D. Manual da cultura do milho. FUNEP; 2007.
- 9 Barbosa WSS. Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal). UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS; 2017.
- 10 Lyra GB, Rocha AEQ, Lyra GB, Souza JL, Teodoro I. Crescimento e produtividade do milho, submetido a doses de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. *Revista Ceres*. 2014; 61(4): 578-586.
- 11 Soares MAS, Teodoro I, Silva S, Cantarelli AL, Araújo Júnior R, Moura AH. Fenologia, componentes de produção e rendimento agrícola do milho sob lâminas de irrigação na região de Rio Largo, Alagoas. *Revista Irriga*. 2020; 25(2).
- 12 Silva MR, Martin TN, Pavinato PS, Brum MS. Estimando a necessidade de nitrogênio na produção de grãos e silagem. *Revista Caatinga*. 2015; 28(3): 12-24.
- 13 Morais RBG, Lyra GB, Santos LR, Cavalcante Júnior CA, Carvalho A, Lyra GB, Souza J L. Crescimento e produtividade de milho em diferentes épocas de plantio, nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2017;16(1): 109-119.
- 14 Coelho AM. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2007; Circular Técnica, 96: 11.
- 15 Sangoi L, Schweitzer C, Silva PRF, Schmitt A, Vargas VP, Casa RT, Souza CA. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2011; 46(6): 609-616.
- 16 Soares MAS, Silva S, Teodoro I, Cantarelli ALD, Rodrigues GN, Cunha JLXL, Moura ABA, Moura AH, Moura ACA, Filho JG. Production components and agricultural productivity under nitrogen doses and planting times. *Journal of experimental agriculture international*. 2019; 41(6):1-9.
- 17 Sousa MMM. Produção de forragem verde de milho hidropônico com uso de água salobra. 2019.
- 18 Carvalho IR, De Souza VQ, Follmann DN, Nardino M, Schmidt D, Westphalen F, Westphalen F. Desempenho agrônomico de híbridos de milho em ambiente irrigado e sequeiro. *Enciclopédia Biosfera*. 2014; 10(18):1144- 1153.
- 19 Costa CT, Teodoro I, Silva S, Cunha FN, Soares FAL, Morais WA, Silva NF, Gomes FHF, Cabral BS. Desempenho agrônomico, componentes de produção e Produtividade agrícola de cultivares de milho (*Zea mays* L.). *African journal of agricultural research*. 2016; 11(43): 4375-4383.



20 Fornasieri Filho D. Manual da cultura do milho. FUNEP, 2007.

21 Saeed MA, Khaliq ZA, Cheema AM. Effect of nitrogen levels and weed-crop competition durations on yield and yield components of maize. *Journal of Agricultural Research*. 2010; 4(8): 471-481.

22 Khatun HA, Hasan MM, Sultana S, Khatun M, Rahman SME, Deog-Hwan OH. Effect of Irrigation and Nitrogen Levels on the Growth and Yield of Maize. *Biological and Biomedical Reports*. 2012; 2(2): 87-93.

23 Portugal JR, Arf O, Peres AR, Gitti D, Garcia NFS. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum* brasileiro em milho no Cerrado, *Revista Ciência Agronômica*. 2017; 48(4): 639-649.

25 Silva DA, Vitorino ACT Souza LCF, Gonçalves MC, Roscoe R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2006; 5: 75-88.

26 Taiz L, Zieger E. *Fisiologia vegetal*. 2013; 5: 693.

27 Lopes JP, Machado EC, Deuber R, Machado RS. Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. *Bragantia*. 2009; 68: 839-848.

28 Silva S, Soares MAS, Nascimento R, Teodoro I, Silva CS, Cunha JLXL, Moura ABA, Cantarelli ALD, Moura AH, Cavalcante Júnior CA. Economic indexes of maize under levels of water, nitrogen and planting seasons. *International Journal of Development Research*. 2019; 9(10): 30999-31004.

29 Firmino RS, Buso WHD, Silva LB, Gomes LL, Silva SMC. Desempenho agrônômico de milho com diferentes doses de nitrogênio e molibdênio. *Revista Mirante*. 2017; 10(2).

29 Souza JA, Buzetti S, Teixeira Filho MCM, Andreotti M, Sá ME, Arf O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. *Bragantia*. 2011; 70(2): 447-454.

30 Santos LD, Aquino LA, Nunes PHMP, Xavier FO. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2013; 12(3): 270-279.

31 Mendes MC, Matchula PH, Rossi ES, Oliveira BR, Silva CA, Sékula CR. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2013; 12(2): 92-101.



10.31072/rcf.v14i1.1278

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access