

MODELAGEM DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE MILHO CULTIVADO SOB DOSES DE NITROGÊNIO

Iêdo Peroba de Oliveira Teodoro¹, Wemerson Saulo da Silva Barbosa², Itamar Gomes dos Santos Junior³, Jair Quintela da Silva Junior⁴, Vitor Rodrigues Nascimento⁵, Ricardo Araújo Ferreira Junior⁶

RESUMO: O cultivo do milho (*Zea mays* L.) contribui significativamente para economia do estado de Alagoas e, para otimizar o potencial dessa cultura agrícola é preciso incrementar as tecnologias disponíveis para essa atividade. A utilização de modelos matemáticos e empíricos que simulem as características de crescimento e produtividade é uma alternativa a ser usada para tomada de decisões relacionadas ao manejo dos cultivos agrícolas, inclusive da adubação. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi ajustar o modelo *Pic log normal* para o milho cultivado sob doses de nitrogênio (N) e analisar a eficiência do modelo. Para isso, montou-se um experimento, em 29/02/2016 no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em blocos ao acaso com quatro repetições e quatro tratamentos (0; 75; 150; 225 kg ha⁻¹ de N), irrigado com 80% da evapotranspiração da cultura (ET_C). A variável analisada foi índice de área foliar (IAF), com valor máximo estimado de 2,36, aos 61 dias após semeadura (DAS) nas parcelas adubadas com 150 kg de N ha⁻¹. As equações ajustadas apresentaram coeficientes de determinação (R²_{Adj}) de 0,93 a 0,99. Portanto, o modelo *Pic Log Normal* estima com eficiência o IAF do milho em função dos dias após semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: *Pic Log Normal*, Crescimento, *Zea mays* L.

MODELING OF LEAF AREA INDEX OF MAIZE CULTIVATED UNDER LE VELS OF NITROGEN

¹Graduando em Engenharia Agrônômica, CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: iedo_peroba@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal. CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: agrowssb@gmail.com

³Graduando em Engenharia Agrônômica, CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: Itamar.junior@ceca.ufal.br

⁴Graduando em Engenharia Agrônômica, CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: jair.junior@ceca.ufal.br

⁵Graduando em Engenharia Agrônômica, CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: nascimentovic.log@gmail.com

⁶Docente em Engenharia Agrônômica, CECA/UFAL. Maceió - Alagoas. Email: ricardo.junior@ceca.ufal.br

ABSTRACT: The maize (*Zea mays* L.) crop contributes significantly to the economy of the state of Alagoas. Therefore, for upgrade of the potential of this agricultural crop, it is necessary to increase the available technologies for this activity. The use of mathematical and empirical models to simulate the characteristics of growth and yield is an alternative that could be used in decision-making related to crop management, including fertilization. In this sense, the objective of this work was to adjust the *Normal Log Peak* model for the maize crop cultivated under nitrogen (N) doses and to analyze the efficiency of the model. For this, an experiment was done in 29/02/2016 in the Agrarian Sciences Center of the Federal University of Alagoas (ASC/FUAL), in randomized blocks with four replications and four treatments (0; 75; 150; 225 kg ha⁻¹ of N), irrigated with 80% of the crop evapotranspiration (CE). The variable analyzed was leaf area index (LAI), with a maximum estimated value of 2.36, at 61 days after sowing (DAS) in the plots fertilized with 150 kg of N ha⁻¹. The adjusted equations presented determination coefficients (R^2 Adj) from 0.93 to 0.99. Therefore, the *Normal Log Peak* model is efficient to estimate the LAI of maize in function of the days after sowing.

KEYWORDS: *Log Normal Peak*, growth, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2018 cultivou cerca de 11.480.025,00 ha de milho, e obteve uma produtividade de 4,84 t ha⁻¹, enquanto no estado de Alagoas o rendimento foi 0,99 t ha⁻¹ (IBGE, 2019). Essa baixa produtividade ocorreu devido, principalmente, ao baixo nível tecnológico utilizado nos cultivos e adubação inadequada.

O manejo de nutrientes, em especial do nitrogênio, é fundamental para desenvolvimento da cultura porque melhora as variáveis de crescimento das plantas, a exemplo do índice de área foliar (IAF). O IAF tem relação positiva diretamente proporcional com a atividade fotossintética que é responsável pela assimilação de CO₂, produção de biomassa e grãos (Barbosa et al., 2017; Taiz & Zeiger, 2016).

As medidas de IAF demandam tempo e mão de obra qualificada para avaliação que inviabiliza esses trabalhos em cultivos comerciais (Barbosa, 2017). Anjos (2015) reporta que o ajuste de modelos agrícolas possibilita estratégias de auxílio aos produtores porque permitem realizar previsões de safra, minimizando custos em função das decisões de manejo a ser adotado nos cultivos sob diferentes cenários agroambientais. Seguindo essa linha de pensamento,

observa-se que existe a possibilidade de prever o IAF em determinado período de cultivo e com base nos valores dessa variável estimar os rendimentos dos empreendimentos agropecuários.

Além de embasar tomadas de decisões no sentido de reduzir os custos com insumos, a modelagem é utilizada como ferramenta de pesquisa e de ensino (EMBRAPA, 2009). Por esse motivo, o presente trabalho objetivou ajustar o modelo Pic log normal para a cultura do milho cultivado com diferentes doses de nitrogênio (N) e analisar a eficiência do modelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em um latossolo amarelo distrocoeso argissólico de textura média/argilosa, irrigado com base em 80% da Evapotranspiração da Cultura (ET_c), calculada pelo método de Thornthwait. O semeio da cultivar de milho AG 7088 foi realizado em 29/02/2016, com densidade de plantio para 50.000 plantas ha^{-1} , num espaçamento de 0,80 x 0,25 m. O delineamento foi blocos casualizados com quatro repetições e quatro tratamentos (0; 75; 150 e 225 $kg\ ha^{-1}$ de N).

As avaliações tiveram início 15 dias após a semeadura (DAS) e a coleta de dados foi realizada quinzenalmente até a colheita, em 23/06/2016. Para medição de comprimento e largura foliar utilizou-se a trena (Figura 1). O IAF foi determinado conforme a Equação 1, com os dados de cinco plantas da área útil (9,60 m^2) de cada parcela.

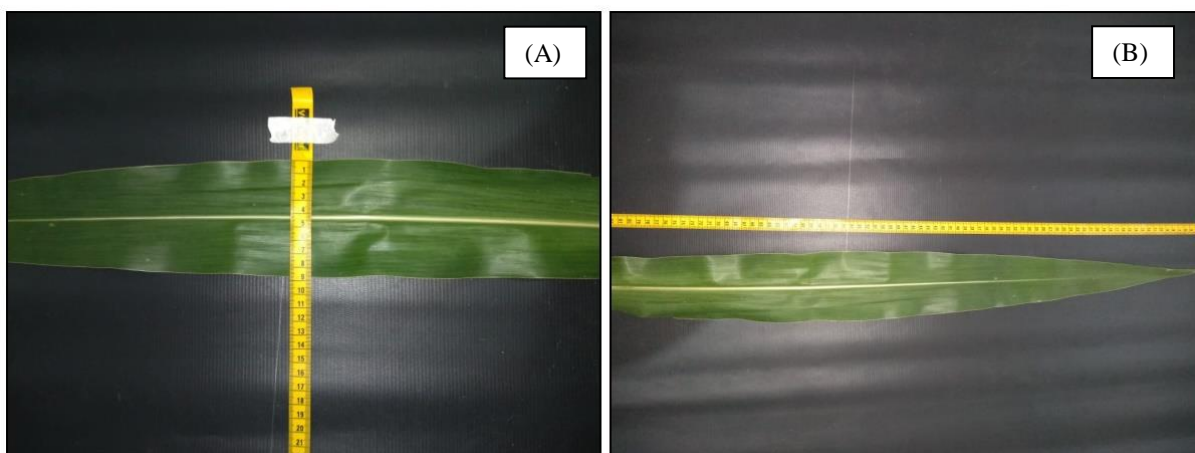


Figura 1. Coleta de dados de largura (A) e comprimento (B) de folhas para estimativa do IAF em plantas de milho irrigadas sob diferentes níveis de nitrogênio.

$$IAF = [(C \times L \times 0,75 \times (nf + 2)) \div 10.000] \times N \div E \quad (1)$$

Em que, “C” é o comprimento foliar; “L” corresponde à largura da folha; “nf” é o número de folhas; “N” representa o número de plantas; “E” é o espaçamento entre plantas e 0,75 é o fator de forma da área foliar do milho.

Em seguida, realizou-se o ajuste da equação para o IAF em função dos dias após semeio e doses de N, por meio de *softwares*. O modelo foi ajustado para uma expressão Pic logaritmo normal, com três parâmetros, conforme a Equação 2.

$$IAF = a * exp \left\{ -0,5 * \left[\left(\ln \frac{x}{c} \right) \div b \right]^2 \right\} \quad (2)$$

Em que, “a” corresponde ao IAF máximo, “b” IAF mínimo; “c” valor de DAS que teve IAF máximo; “x” é a variável independente, DAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IAF máximo (2,37) foi observado aos 60 DAS (Figura 1), nas parcelas adubadas com 150 kg de N ha⁻¹, incremento de 17,32% em relação às parcelas sem N (2,05). A partir dos 90 DAS, as plantas adubadas com 225 kg de N ha⁻¹, com IAF de 1,98, superou em 0,8% o tratamento que recebeu 150 kg de N ha⁻¹.

A dose 75 kg ha⁻¹ de N apresentou IAF máximo de 2,26 e o nível 225 kg ha⁻¹ de N foi de 2,34, ambos calculados aos 60 DAS. Os IAF mínimos foram de 0,18 para 0; 75 e 150 kg ha⁻¹ de N e 0,19 para dose de 225 kg ha⁻¹ de N, aos 15 DAS. Valores médios de IAF do ciclo da cultura foram: 1,23, 1,42, 1,59 e 1,55; para os tratamentos 0; 75; 150 e 225 kg ha⁻¹, respectivamente.

Os dados de IAF estimados pelo modelo pic log normal, apresentaram R²_{adj} de 0,93 a 0,99. O coeficiente “b” do modelo foi estatisticamente significativo a 5% para a testemunha (N= 0) e dose de 75 kg de N ha⁻¹. Os demais coeficientes (“a” e “c”) e tratamentos (150 e 225 kg ha⁻¹) foram significativos a 1% (Tabela 1).

O elevado grau de confiabilidade do modelo é comprovado pelos valores dos coeficientes de determinação e pela comparação dos valores de IAF máximo, estimados (2,36) com os observados (2,37), diferença de apenas 0,6 %.

O maior valor de R^2_{adj} (0,99) ocorreu no tratamento de 150 kg ha^{-1} de nitrogênio. Lyra et al., (2014) relatou o mesmo R^2_{adj} em experimento com a variedade de milho PIONEER no tratamento de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio.

Lyra et al., (2008) ajustou o modelo Exponencial para variável IAF da variedade BR 106 de milho cultivado sob diferentes épocas de plantio, que mostrou R^2 ajustados de 0,86 e 0,97 para os anos de 2001 e 2002 respectivamente. Os ajustes do modelo Pic Log Normal para cultivar AG7088VTPRO3 de milho apresentaram um melhor R^2 (0,92 a 0,99). A discrepância nos ajustes deve-se a diversos fatores, como por exemplo a quantidade de plantas amostradas (5 Plantas/parcela (Teodoro, 2019), 10 Plantas / parcela (Lyra et al., 2008)).

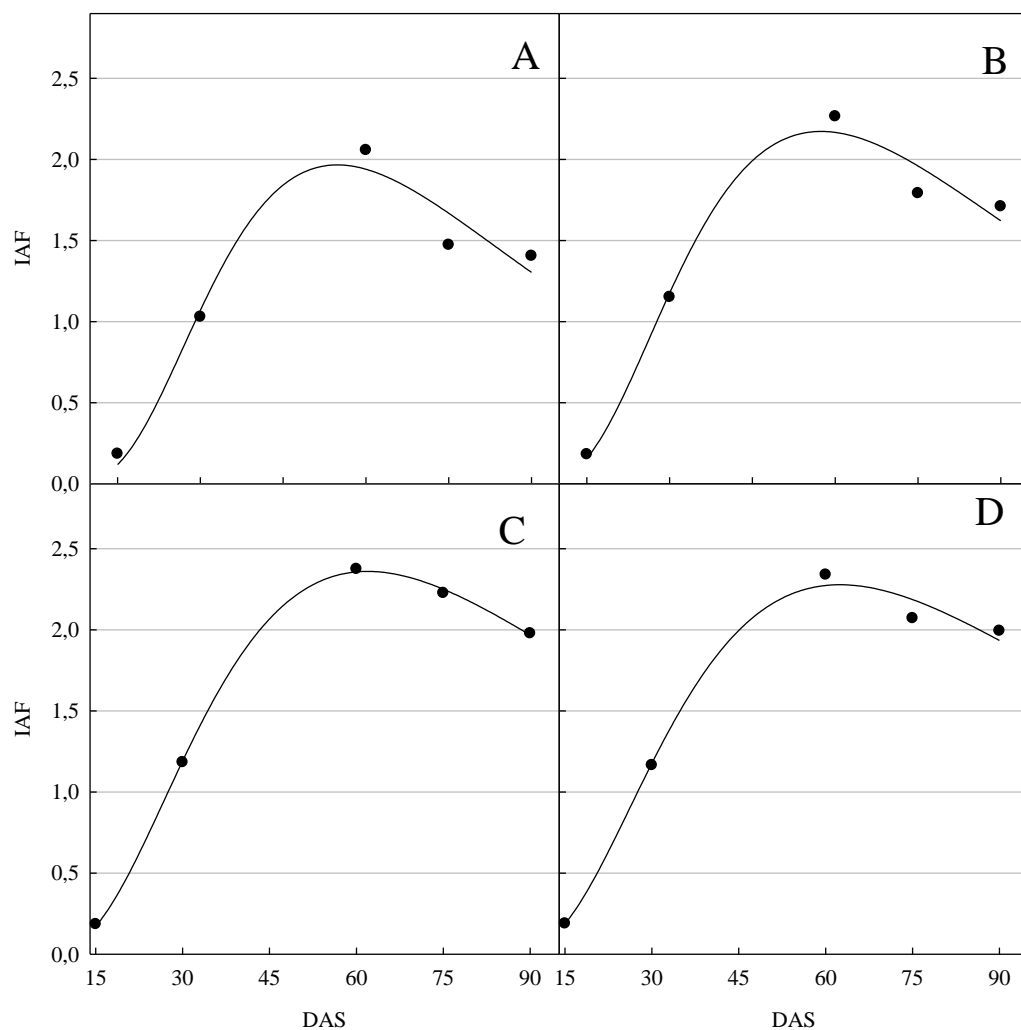


Figura 2. Índices de área foliar observados e curvas ajustadas pelo modelo Pic Log normal para cultivar AG7088VTPRO3, em função das doses de nitrogênio por hectare: 0 (A), 75 (B), 150 (C) e 225 (D), em Rio Largo, Alagoas, no período de 29/02/2016 a 23/06/2016.

Tabela 1. Coeficientes de ajuste da equação (“a”, “b” e “c”); erro padrão de estimativa (entre parênteses) e Coeficiente de determinação do modelo ajustado (R^2_{adj}) para o IAF em milho cultivado sob doses de N na região de Rio Largo, Alagoas.

kg ha ⁻¹ de N	Parâmetros						R^2_{Adj}
	A		B		C		
0	1,9663**	(±0,19)	0,5465*	(±0,08)	54,8285**	(±3,31)	0,9283
75	2,1728**	(±0,14)	0,5865*	(±0,07)	57,4577**	(±3,10)	0,9630
150	2,3605**	(±0,02)	0,6199**	(±0,01)	61,9283**	(±0,62)	0,9993
225	2,2782**	(±0,08)	0,6383**	(±0,05)	62,4707**	(±2,90)	0,9862

** significativo a 1% e * significativo a 5% pelo teste t.

CONCLUSÕES

O modelo *Pic Log Normal* tem bons ajustes e eficiência para estimativas do IAF em função dos dias após semeadura.

AGRADECIMENTOS

As instituições públicas, FAPEAL, CNPQ e CAPs pelo investimento a pesquisa e ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS F. A. 2015. **ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO: SIMULAÇÃO PARA A CULTURA DO MILHO IRRIGADO NO SEMIÁRIDO.** Acessado em: 28/05/2019. Disponível em:http://editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV079_M D1_SA4_ID139_28082017212937.pdf

BARBOSA, W. S. S **Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada na região.** 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, RIO-LARGO, AL.

EMBRAPA. **Modelagem do crescimento de cultura: Aplicações à cultura do milho,** Sete Lagoas, MG. 2009.

IBGE – **ISTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA**. Acessado: 28/05/2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>

TAIZ, L.E ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed. 888p. 2016

LYRA, G. B.; ROCHA, A. E. Q.; LYRA, G. B.; SOUZA, L. S.; TEODORO, I. Crescimento e produtividade do milho, submetido a doses de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.4, p. 578-586, 2014.

LYRA, G. B.; SOUZA, L. S.; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; MOURA FILHO, G. Modelo de crescimento Logístico e Exponencial para o milho BR 106, em três épocas de plantio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n.3, p. 211-230, 2018.