

PREDIÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM AMBIENTE PROTEGIDO

MARCOS V. DA SILVA¹, JOSÉ J. F. CORDEIRO JUNIOR², LUIZ A. DE ALMEIDA NETO¹, RAFAEL B. SANTOS², HÉLITON PANDORFI¹, CRISTIANE GUISELINI¹

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, R. Dom Manoel de Medeiros, SN, Dois Irmãos, Recife - PE, marcolino_114@hotmail.com, luizz_antonio@hotmail.com, hpandorf@hotmail.com, cguiseli@hotmail.com.

² Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória - SE, jairofcordeiro@hotmail.com.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Objetivou-se estimar o índice de área foliar (IAF) a partir da radiação fotossinteticamente ativa e variáveis fisiológicas de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar produzidas em ambiente protegido. Foram utilizadas 5 bandejas por parcela, com 20 parcelas experimentais, que totalizaram 1500 mudas. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido dividido em 4 módulos: malha branca, vermelha, freshnet e controle. Foram registrados nos módulos de produção a radiação fotossinteticamente ativa (RFA, MJ m⁻². dia⁻¹), a altura da planta (Alt, cm), a área foliar (AF), o índice de área foliar (IAF, m² m⁻²), a taxa de crescimento absoluto em altura (TCA, cm dia⁻¹) e a taxa de crescimento absoluto em massa fresca (TMF, cm³ dia⁻¹). Buscou-se estabelecer modelos para determinação do IAF na fase inicial (12 dias após o plantio) e final do experimento (aos 40 dias). O modelo apresentou um R² satisfatório, com ajuste de 76,41% na fase inicial e 89,36% na fase final. Os modelos para o IAF são fundamentais, pois, simplificam a necessidade de duas equações, para apenas uma, em cada fase da produção de mudas.

PALAVRAS-CHAVE: biometria, malhas fotoseletivas, modelagem matemática

PREDICTION OF THE LEAF AREA INDEX OF PRE-SPROUT SUGAR CANE SEEDLINGS IN A PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: This study aimed to estimate the leaf area index (IAF) from photosynthetically active radiation and physiological variables of pre-sprouted sugarcane seedlings produced in a protected environment. Five trays were used per plot, with 20 experimental plots, totaling 1500 seedlings. The research was conducted in a protected environment divided into 4 modules: white, red, freshnet and control mesh. Photosynthetically active radiation (RFA, MJ m⁻² dia⁻¹), plant height (Alt, cm), leaf area (AF), leaf area index (IAF, m² m⁻²), absolute growth rate in height (TCA, cm dia⁻¹) and absolute growth rate in fresh mass (TMF, cm³ dia⁻¹) were registered in the production modules. We tried to establish models to determine the LAI in the initial phase (12 days after planting) and at the end of the experiment (at 40 days). The model presented a satisfactory R², with an adjustment of 76.41% in the initial phase and 89.36% in the final phase. The models for the IAF are fundamental, as they simplify the need for two equations, to just one, in each phase of seedling production.

KEYWORDS: biometrics, photoselective meshes, mathematical modeling

INTRODUÇÃO: Na última década, os sistemas canavieiros passaram por mudanças expressivas na produção e propagação da cultura. Dentre as diversas mudanças e tecnologias desenvolvidas, destaca-se o sistema de plantio de mudas pré-brotadas, oriundas de gemas individualizadas (ALMEIDA NETO et al., 2020; CORDEIRO JÚNIOR et al., 2020). O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo e o manejo dessa cultura mudou devido à expansão de suas fronteiras de cultivo no país (CIPRIANO et al., 2021; HERNANDES et al., 2021). Dentre os principais manejos de mudas, a produção em ambiente protegido tem aumentado significativamente na cultura da cana-de-açúcar. O cultivo de culturas *in vitro* e em ambiente protegido, vem se tornando uma prática mais comum e disseminada no mundo, potencializando a produção de mudas. Nesse sentido, caracterizar a cobertura vegetal, torna-se fundamental para as culturas agrícolas, sendo o índice de área foliar (IAF) essencial para estabelecer ciclo fenológico da produção de mudas (SILVA et al., 2021). Diante do exposto, objetivou-se estimar o índice de área foliar (IAF) a partir da radiação fotossinteticamente ativa e variáveis fisiológicas de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar produzidas em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em ambiente protegido da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A produção e o manejo das mudas pré-brotadas (RB92579) foram realizados conforme a metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas (LANDELL et al., 2012). Foram utilizadas 5 bandejas por parcela, com 20 parcelas experimentais, totalizaram 1500 mudas. O substrato utilizado foi fibra de coco. As mudas foram fertirrigadas com solução nutritiva, sendo sua aplicação iniciada no primeiro dia após a emergência, até o fim do ciclo de produção das mudas. A irrigação foi diária, programada de forma automática, por meio de bomba d'água conectada a um timer programado para acioná-la 15 min dia⁻¹. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido dividido em quatro módulos: PEBD antiUV + malha ultranet vermelha Solpack[®] com 35% de sombreamento; PEBD antiUV + malha branca Solpack[®] 50% de sombreamento; PEBD antiUV + malha termorrefletores freshnet Solpack[®] 50% de sombreamento; e PEBD antiUV (controle). As malhas foram posicionadas a 0,15 m de altura nos primeiros 12 dias após plantio (DAP) e foram elevadas a 1 m durante os 28 dias seguintes. O experimento foi dividido em duas fases, inicial (12 dias após o plantio) e final (aos 40 dias). Foi registrado nos módulos de produção a radiação fotossinteticamente ativa (RFA, MJ m⁻². dia⁻¹) (sensor LI190SB Quantum; 400-700 nm), conectado a um sistema de aquisição de dados do tipo Datalogger Campbell[®] (modelo CR1000). a altura da muda (Alt, cm), a área foliar (AF) determinada a partir da contagem do número de folhas verdes e pelas medições nas folhas +3, obtendo o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia de HERMANN & CÂMARA (1999). A partir do AF foi determinado o índice de área foliar (IAF, m² m⁻²) calculado como a relação entre a área foliar e a área ocupada pela planta. A taxa de crescimento absoluto em altura (TCA, cm dia⁻¹) e a taxa de crescimento absoluto em massa fresca (TMF, cm³ dia⁻¹), determinadas conforme metodologia estabelecida por PAULINO et al. (2011). Dessa forma, buscou-se estabelecer modelos para determinação do IAF na fase inicial e final da produção de mudas. Adotou-se o maior coeficiente de determinação (R²) e o valor-p inferior a 0,01 (p < 0,01) para a validação dos modelos. As análises foram realizadas no software RStudio versão 4.03.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Fase inicial

O modelo de regressão múltiplo para estimação do índice de área foliar (IAF) apresentou R² satisfatório, com ajuste de 76,41%, tendo a taxa de crescimento absoluto em altura (TCA) e taxa de crescimento absoluto em massa fresca (TMF) como variáveis preditoras (Equação 1).

$$\text{IAF} = 0,84 - (0,41 \times \text{TCA}) + (4,93 \times \text{TMF}) \quad (1)$$

Na Tabela 1 é apresentado a análise de variância para o modelo de regressão e suas variáveis preditoras, que apresentou ajuste satisfatório ($p < 0,01$). Contudo, para TCA verificou-se valor-p superior a 0,01, o que indica a necessidade de mais estudos para adequação, todavia, prevalece o valor-p para o modelo, o que justifica a sua aplicabilidade em estudos futuros.

TABELA 1. Análise de variância para o modelo de regressão do índice de área foliar (IAF) na fase inicial.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor-P
Regressão	2	21,529	10,764	35,630	0,000
TCA	1	0,034	0,034	0,110	0,742
TMF	1	5,754	5,754	19,050	0,000
Erro	22	6,646	0,302		
Total	24	28,175			

GL: Grau de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; TCA: Taxa de crescimento absoluto em altura; AGRFM: Taxa de crescimento absoluto em massa fresca.

Fase final

Os mesmos tratamentos foram empregados na fase final do experimento para elaboração do modelo de regressão múltiplo. Contudo, para essa fase, as variáveis preditoras foram a altura da planta (Alt, cm) e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA, MJ m⁻². dia⁻¹). Neste caso, o modelo para determinação do índice de área foliar (IAF) apresentou R² de 89,36% (Equação 2).

$$\text{IAF} = -6,54 + (0,1624 \times \text{Alt}) + (0,9445 \times \text{RFA}) \quad (2)$$

Destaca-se que na fase final da produção de mudas, o modelo para predição do IAF apresentou ajuste satisfatório ($p < 0,01$) de acordo com a análise de variância (Tabela 2). Enfatiza-se que tanto o modelo de regressão múltiplo quanto suas variáveis apresentaram o valor-p inferior a 0,01, o que indica que essas variáveis preditoras podem ser empregadas com uma taxa de confiabilidade mais expressiva.

TABELA 2. Análise de variância (ANOVA) para o modelo de regressão do IAF na fase final.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor-P
Regressão	2	136,360	68,180	92,370	0,000
Alt	1	14,320	14,321	19,400	0,000
RFA	1	85,520	85,520	115,860	0,000
Erro	22	16,240	0,738		
Total	24	152,600			

GL: Grau de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; Alt: Altura da planta; RFA: Radiação fotossinteticamente ativa.

CONCLUSÕES: Os modelos de regressão multivariada para determinação do índice de área foliar (IAF), na fase inicial e final do experimento, apresentam ajustes satisfatórios, podendo ser empregados em estudos futuros. Os modelos para predição do índice de área foliar são fundamentais, pois, simplificam a necessidade de duas equações, para apenas uma, em cada fase da produção de mudas.

AGRADECIMENTOS: Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEA) e ao Grupo de Pesquisa em Ambiente (GPESA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pelo suporte e financiamento desta pesquisa. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Finance Code 001) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS:

SILVA, M. V.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; LIMA, R. P.; SANTOS, A.; JARDIM, A. M. D. R. F.; ... SILVA, D. C. Spatio-temporal monitoring of soil and plant indicators under forage cactus cultivation by geoprocessing in Brazilian semi-arid region. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 107, p. 103155, 2021.

ALMEIDA NETO, L. A.; GUISELINI, C.; MENEZES, D.; CORDEIRO JÚNIOR, J. J.; PANDORFI, H. Growth of pre-sprouted sugarcane seedlings submitted to supplementary lighting. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 194-199, 2020.

CORDEIRO JÚNIOR, J. J.; CAVALCANTI, S. D.; SOUZA, R. T. D. A.; BATISTA, P. H.; GUISELINI, C. Effects of photoselective shade nets on early growth of sugarcane seedlings. **Engenharia Agrícola**, v. 40, p. 10-15, 2020.

CIPRIANO, M. A. P.; FREITAS-IÓRIO, R. D. P.; DIMITROV, M. R.; ANDRADE, S. A. L.; KURAMAE, E. E.; SILVEIRA, A. P. D. D. Plant-growth endophytic bacteria improve nutrient use efficiency and modulate foliar N-metabolites in sugarcane seedling. **Microorganisms**, v. 9, n. 3, p. 479, 2021.

HERNANDES, T. A. D.; DUFT, D. G.; SANTOS LUCIANO, A. C.; LEAL, M. R. L. V.; CAVALETTI, O. Identifying suitable areas for expanding sugarcane ethanol production in Brazil under conservation of environmentally relevant habitats. **Journal of Cleaner Production**, v. 292, p. 125318, 2021.

LANDELL, M. D. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. D.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; ... MIGUEL, P. E. M. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. **Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo de Campinas**, v. 17, 2012.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**, v. 17, n. 1, p. 32-34, 1999.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; FLUMIGNAN, D. L.; ZOLIN, C. A.; BARBOZA JÚNIOR, C. R.; PIEDADE, S. M. D. S. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão-manso produzidas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 37-46, 2011.