



## Abacaxi 'Pérola' irrigado com água salina: correlações entre morfofisiologia-produção e estimativa da área foliar

Cleiton Fernando Barbosa BRITO<sup>1</sup>, Jean Ribeiro de ALMEIDA<sup>1</sup>, Marcelo Rocha dos SANTOS<sup>1</sup>, Varley Andrade FONSECA<sup>1</sup>, Sérgio Luiz Rodrigues DONATO<sup>1</sup>, Alessandro de Magalhães ARANTES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Guanambi, BA, Brasil.

\*E-mail: [cleiton.cfb01@yahoo.com](mailto:cleiton.cfb01@yahoo.com)

(Orcid: 0000-0001-9423-4980; 0000-0002-9857-463X; 0000-0003-0896-0359; 0000-0002-1562-2190; 0000-0002-7719-4662; 0000-0002-7520-9891)

Recebido em 31/09/2019; Aceito em 23/03/2021; Publicado em 06/06/2021.

**RESUMO:** Fazem-se necessárias novas pesquisas que correlacionem características morfofisiológicas e de rendimento na cultura do abacaxizeiro. Neste contexto, objetivou-se avaliar as correlações ente características morfológicas, fisiológicas e produtivas e estimar a área foliar abacaxi 'Pérola' irrigado com água salina. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos representados pelas lâminas de irrigação: 100% da ETc com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,75 dS m<sup>-1</sup> e 50, 75, 100 e 125% da ETc com aplicação de água de CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup>. Foram realizadas determinações das características fisiológicas de: índice de área foliar, índice de clorofila e das características fitotécnicas: altura e diâmetro da planta, número de folhas, comprimento e largura da folha "D", área foliar total e índice de área foliar e estimou-se a produtividade. Todas variáveis foram correlacionadas às quais geraram uma matriz de correlação entre os parâmetros (índice de área foliar pela barra quântica x índice de área foliar pelo método direto; matrizes com as variáveis água considerada boa e outra com água salina). O índice de área foliar pelo método da barra quântica no 13º mês após o plantio apresenta correlação positiva e alta com a produtividade quando o abacaxizeiro é irrigado com água de condutividade de 0,75 d S m<sup>-1</sup>. Recomenda-se para ajuste dos valores de índice de área foliar em abacaxizeiro 'Pérola' a equação IAF= 0,831397 x IAFmd.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* L.; índice de área foliar; salinidade.

## 'Pérola' pineapple irrigated with saline: correlations in morphophysiology-production and estimation of the foliar area

**ABSTRACT:** Further research is needed to correlate morphophysiological and yield characteristics in the pineapple crop. In this context, the objective was to evaluate the correlations between morphological, physiological and productive characteristics and to estimate the leaf area 'Pérola' pineapple irrigated with saline water. The experiment was conducted in randomized blocks with five treatments represented by irrigation slides: 100% ETc with water of conductivity (ECw) of 0.75 dS m<sup>-1</sup> and 50, 75, 100 and 125% of ETc with application of water of ECw of 3.6 dS m<sup>-1</sup>. The determination of the physiological characteristics of: leaf area index, chlorophyll index and phytotechnical characteristics: height and diameter of the plant, number of leaves, length and width of leaf "D", total leaf area and leaf area index were estimated productivity. All variables were correlated to which they generated a correlation matrix between the parameters (leaf area index by the quantum bar x index of leaf area by the direct method, matrices with the variables water considered good and another with saline water). The leaf area index by the quantum bar method in the 13th month after planting shows a positive and high correlation with productivity when the pineapple is irrigated with water of conductivity of 0.75 dS m<sup>-1</sup>. It is recommended to adjust the values of leaf area index in 'Pérola' pineapple the equation IAF = 0.831397 x IAFmd.

**Keywords:** *Ananas comosus* L.; leaf area index; salinity.

### 1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) pode-se tornar uma alternativa de cultivo na região semiárida (MOTA et al., 2016), pois, apresenta potencial para sustentar a produtividade em climas mais quentes e mais secos (BORLAND et al., 2014), devido principalmente à sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) (ZHANG et al., 2014; COUTO et al., 2016) que propicia economia hídrica em virtude do fechamento estomático durante o dia, abertura

à noite com a fixação de CO<sub>2</sub> e melhor eficiência do uso da água em condições secas (CARR, 2012).

Neste sentido, foram desenvolvidos ajustes para o sistema produtivo do abacaxizeiro na região semiárida, em condições irrigadas (FRANCO et al., 2014; PEGORARO et al., 2014; MAIA et al., 2016). Contudo, há carência de informações relacionadas com irrigação água salina. Desta forma, são necessários estudos de campo em com o abacaxizeiro submetido a condições de salinidade (ELHAG; ELZAIN, 2012).

Em condições de irrigação com água salina de condutividade elétrica de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$  verificou-se que ocorre redução da produtividade do abacaxi quando se compara com água de  $0,75 \text{ dSm}^{-1}$  (BRITO et al., 2017). Assim, mensurações morfofisiológicas e suas correlações com as características produtivas da cultura podem ajudar no entendimento e otimização da aplicação com água salina em condições semiáridas.

A correlação é uma ferramenta amplamente utilizada, pois permite a avaliação quantitativa da relevância de uma característica em relação à outra (KÜSTER et al., 2018). Na cultura do abacaxizeiro existem estudos que correlacionam efeitos da nutrição de plantas (OLIVEIRA et al., 2015a e b; MAHMUD et al., 2018), frações da biomassa (PEGORARO et al., 2014), características fitotécnicas e nutricionais (VILELA et al., 2015) do abacaxizeiro com as características produtivas e, além disso, verificou-se existência de correlação positiva entre as variáveis área foliar, massa seca da parte aérea, comprimento do fruto e massa do fruto (MELO et al. 2006; MARKOS, 2014).

Diante do exposto, considerando os poucos estudos relacionados à utilização de água salina cultura abacaxizeiro (BRITO et al, 2017), fazem-se necessárias novas pesquisas que correlacionam características morfofisiológicas e de rendimento na cultura, e com isso, auxiliar no entendimento sobre os fatores produtivos no contexto solo-planta-atmosfera da região semiárida.

Neste contexto, objetivou-se avaliar as correlações ente características morfológicas, fisiológicas e produtivas e estimar a área foliar abacaxi 'Pérola' irrigado com água salina.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de abril de 2015 a outubro de 2016 em área experimental no setor de Agricultura do Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, localizado no Perímetro Irrigado de Ceraíma, Guanambi, Bahia. As temperaturas máximas e mínimas, precipitação, umidade relativa, velocidade do vento (média e rajada) e evapotranspiração de referência registradas no período experimental constam na Figura 1.

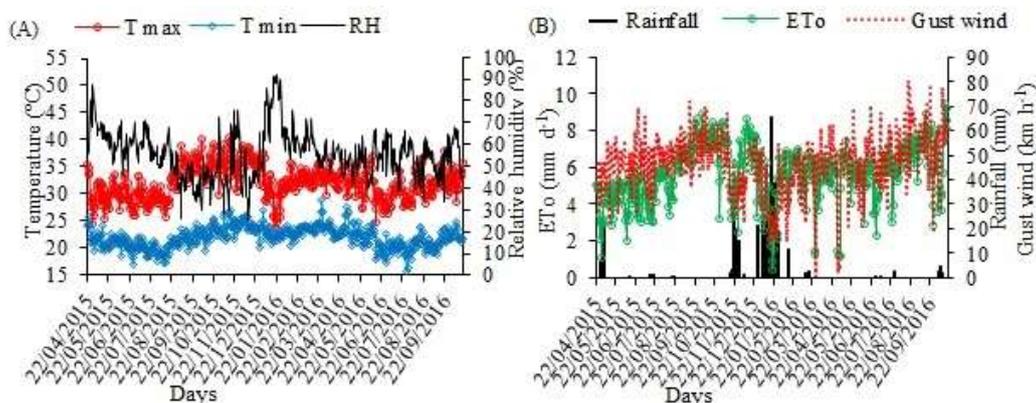


Figura 1. Temperatura (máxima-Tmax e mínima-Tmin) e umidade relativa do ar (UR) (A), precipitação e evapotranspiração de referência (ETo) (B) durante o período experimental.

Figure 1. Temperature (maximum-Tmax and minimum-Tmin) and relative air humidity (RH) (A), rainfall and reference evapotranspiration (ETo) (B) during the experimental period.

O abacaxizeiro foi cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, A fraco e relevo plano a suave ondulado. As características químicas (TEDESCO et al., 1995) e a análise de textura (EMBRAPA, 1997) na profundidade de 0 a 20 cm antes da implantação do experimento foram: pH (em água) = 5,7; P (extrator Mehlich) =  $23,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K (extrator Mehlich) =  $108 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Na =  $0,1 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; Ca =  $1,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; Mg =  $0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; Al =  $0,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; H+Al =  $1,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; SB =  $2,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; t =  $2,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; T =  $4,1 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; V = 58%; B =  $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Cu =  $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Fe =  $16,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Mn =  $32,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Zn =  $2,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ; CE =  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ ; Areia =  $68 \text{ dag kg}^{-1}$ ; Silte =  $11 \text{ dag kg}^{-1}$  e Argila =  $21 \text{ dag kg}^{-1}$ .

O plantio das mudas (tipo filhote) de abacaxizeiro 'Pérola' foi realizado em abril de 2015, em fileira simples, no espaçamento de 0,25 m entre plantas e 1,2 m entre linhas com uma população de  $33.300 \text{ plantas ha}^{-1}$ . A correção do solo e a adubação de fundação e de cobertura foram realizadas conforme a análise do solo da área experimental (SOUZA et al., 2007). Durante a condução do experimento, foram efetuados os tratamentos culturais e fitossanitários preconizados para a cultura, constatando-se baixa incidência de pragas e doenças.

Um mês após o plantio foi realizada uma aplicação foliar de ureia, sulfato de zinco e cloreto de potássio (KCl). Posteriormente, a cada dois meses, realizou-se a aplicação a lanço de ureia ( $5 \text{ g planta}^{-1}$ ) e de KCl ( $2,5 \text{ g planta}^{-1}$ ).

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores autocompensantes de vazão nominal de  $8 \text{ L h}^{-1}$ . O espaçamento entre os emissores foi de  $0,75 \text{ m}$ , formando uma faixa contínua molhada nas fileiras de plantas. Até o 4º mês após plantio, as irrigações foram feitas igualmente em todas as parcelas, diariamente, com o objetivo de manter uniforme o teor de água no solo e favorecer o crescimento inicial das mudas e o estabelecimento da cultura. A partir de então, iniciou-se a aplicação das lâminas de irrigação, com o tempo de irrigação calculado com base na evapotranspiração da cultura (ETc) (SANTOS et al., 2015), obtido pela evapotranspiração de referência (ETo) determinada diariamente pelo método de Penman-Monteith, com dados de uma estação meteorológica instalada a aproximadamente 200 m do local do experimento e pelo coeficiente da cultura (Kc) de 0,8 durante a fase inicial de estabelecimento da cultura e 1 durante a fase vegetativa e após a indução floral (fase reprodutiva) conforme Santana et al. (2013).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos representados pelas lâminas de irrigação: 100% da ETc com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,75 dS m<sup>-1</sup> e classificação C2S1, 50, 75, 100 e 125% da ETc com aplicação de água proveniente de poço tubular com CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup>. Foram utilizadas 4 repetições, sendo a unidade experimental constituída de quatro fileiras de plantas com 8 m de comprimento, em que as plantas úteis utilizadas foram aquelas localizadas nas duas fileiras centrais e nos 4 m centrais, totalizando 26 plantas úteis na parcela.

A água proveniente de poço tubular apresenta pH de 6,4, 11,90 meq L<sup>-1</sup> de cálcio, 9,54 meq L<sup>-1</sup> de magnésio, 0,48 meq L<sup>-1</sup> de potássio, 30,40 meq L<sup>-1</sup> de sódio, 0,00 meq L<sup>-1</sup> de carbonato, 4,10 meq L<sup>-1</sup> de bicarbonato e 34,80 meq L<sup>-1</sup> de cloreto (EMBRAPA, 1997); classificada como C4S1 conforme (AYERS; WESTCOT, 1985).

A indução artificial da floração do abacaxizeiro foi realizada aos 13 meses após o plantio, com a aplicação ETHREL 240 g L<sup>-1</sup> de Ethephon, regulador de crescimento sintético precursor da síntese de etileno, com uso de bomba costal de 20 L. Foram adicionados 40 mL de ETHREL + 400 g de ureia (2%) por bomba costal e aplicada uma quantidade estimada de 50 mL da calda no interior da roseta foliar da planta.

Após o início da aplicação dos tratamentos foram feitas leituras das seguintes características fito técnicas: número de folhas, determinado mediante a contagem total de folhas da planta; Comprimento e largura da “folha D”, medido com auxílio de uma régua milimétrica desde a base até o ápice da folha. Com base no número de folhas, comprimento e largura da “folha D” foi determinada a área foliar como base na equação 02:

$$AF = 19,298 \times (C \times L) - 559 \quad (01)$$

em que: AF é a Área foliar; C é o comprimento da folha D; L corresponde à largura da “folha D” (FRANCISCO et al., 2014).

Posteriormente estimou-se o IAF com base na equação 03:

$$IAF = \frac{\text{Área Foliar (m}^2\text{)}}{\text{Área de solo (m}^2\text{)}} \quad (02)$$

As leituras do IAF da barra quântica foram determinadas por meio do aparelho Ceptômetro AccuPAR modelo Lp-80, na qual incorpora 80 sensores sensíveis à radiação PAR (Radiação Fotossinteticamente Ativa) e determina a estimativa do IAF diretamente, a partir das medições da radiação incidente e da radiação transmitida através do dossel. As medidas foram realizadas introduzindo a barra no interior da copa do abacaxizeiro a uma altura de 5 a 10 cm do solo, coletando de 2 a 3 leituras por planta, posteriormente estima-se a média entre as plantas. Os valores por esse método são obtidos pela equação da extinção da luz (lei de Lambert-Beer) (LARCHER, 2004).

Foram realizadas quatro leituras do teor de clorofila, nos seguintes meses: setembro, janeiro, maio e setembro. Foram identificadas três plantas dentro da parcela útil nas quais foram realizadas as leituras. As avaliações do teor de clorofila *a*, *b*, total (*a* + *b*) foram realizadas sempre na folha “D” no abacaxizeiro com o auxílio de um clorofilômetro da marca comercial CLOROFILOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola.

Após a colheita, com aproximadamente 18 meses após o plantio, foi mensurado: o peso do fruto com e sem a coroa, a partir de uma balança digital de precisão, o comprimento do fruto sem a coroa com auxílio de régua milimétrica, o diâmetro do fruto com auxílio de paquímetro digital e pôr fim a produção avaliando o rendimento (t ha<sup>-1</sup>), estimado com base na massa e no número de frutos colhidos na área útil da parcela.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de dados de correlação, os quais geraram uma matriz de correlação entre os parâmetros (índice de área foliar pela barra quântica x índice de área foliar pelo método direto; matrizes com água considerada boa e outra com água salina) analisados no presente trabalho.

### 3. RESULTADOS

A matriz de correlação de dados morfológicos dos frutos, de clorofila e de produção do abacaxizeiro irrigado com água de condutividade 0,7 dS m<sup>-1</sup>, constam na Tabela 1. Em geral as medidas morfológicas dos frutos apresentaram as maiores correlações positivas e elevadas, e podem representar a estimativa final de produção a partir dos seus números, para as variáveis peso médio do fruto (PMF), peso do fruto sem a coroa (PFSC), comprimento do fruto sem coroa (CFSC), e diâmetro do fruto (DF), observa-se 99%, 100%, 99%, e 98%, respectivamente.

O índice de área foliar pelo método da barra quântica no 13º mês após o plantio (IAF Ib13) apresentou correlação positiva e alta com a produtividade e as características morfológicas dos frutos, bem como, alta correlação com as medições do IAF pelo método direto.

Já os valores da estimativa do índice de área foliar pelo método direto (IAF Im) mantiveram-se com correlação alta e positiva constante em relação às características produtivas com valor de 66% meses 5 e 9 e alcançou o maior valor no mês 13 após plantio com 85% de representatividade.

Em relação aos teores totais de clorofila (CLT) existiu correlação positiva e alta no 17º mês após o plantio com as características produtivas dos frutos, Ib13 e Im 13. Além disso, destaca-se a alta correlação negativa dos teores de clorofila no mês 5 com os valores de Ib5 com posterior mudança para uma alta correlação positiva entre CLT 9 e 13 com de Ib5.

A matriz de correlação de dados morfológicos dos frutos, teor de clorofila, produção e lâminas de irrigação no abacaxizeiro com água de condutividade 3,6 dS m<sup>-1</sup>, constam na Tabela 2. Na matriz de correlação com tratamento de água salina é observado que com o aumento das lâminas de irrigação acarreta diminuição da produção, mesmo fato ocorrido com os índices de área foliar da planta, morfologia dos frutos e o índice CLT. No mês 13 pelo método IAF estimado não é verificado correlação, no mês 13 o índice de clorofila apresenta uma correlação positiva, porém de baixo valor, caso justificado pela precipitação ocorrido no mês de abril de 2016, nos demais parâmetros é verificado correlação baixa negativa.

As medidas de estimativa da área foliar do abacaxizeiro (Barra quântica x Medida direta) apresentou tendência linear com correlação positiva e significativa entre ambos (Figura 2). Verificou-se valor de 0,69 ou 69% pelo coeficiente de correlação entre os valores dos métodos propostos, onde as leituras apresentaram alto valor de correlação ao confrontar o método direto com a barra quântica. É notório afirmar que

se trata de métodos distintos de medição da área foliar do abacaxizeiro, porém, por apresentar alta correlação entre as

medidas, justifica o uso de um dos métodos na falta do outro para as leituras da determinação do IAF.

Tabela 1. Matriz de correlação entre os parâmetros de produção, morfológicos dos frutos, índices de área foliar e teores de clorofila totais do abacaxizeiro irrigado com água de condutividade 0,7 dS m<sup>-1</sup>.

Table 1. Correlation matrix between production parameters, fruit morphological parameters, leaf area indexes and total chlorophyll content of pineapple irrigated with conductivity salt water 3.6 dS m<sup>-1</sup>.

	Prod	PMF	PFSC	CFSC	DF	Ib5	Ib9	Ib13	Im5	Im9	Im13	CLT5	CLT9	CLT13	CLT17
Prod	1,00														
PMF	0,99	1,00													
PFSC	1,00	1,00	1,00												
CFSC	0,99	1,00	1,00	1,00											
DF	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00										
Ib5	0,52	0,59	0,58	0,56	0,58	1,00									
Ib9	0,23	0,22	0,24	0,18	0,10	0,56	1,00								
Ib13	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,51	0,09	1,00							
Im5	0,66	0,60	0,63	0,59	0,49	0,25	0,71	0,54	1,00						
Im9	0,66	0,60	0,63	0,59	0,49	0,25	0,71	0,54	1,00	1,00					
Im13	0,85	0,82	0,84	0,80	0,73	0,44	0,63	0,76	0,95	0,95	1,00				
CLT5	0,09	0,00	0,01	0,04	0,02	-0,80	-0,58	0,11	0,08	0,08	0,01	1,00			
CLT9	0,65	0,73	0,71	0,71	0,77	0,89	0,16	0,70	0,06	0,06	0,35	-0,55	1,00		
CLT13	0,46	0,53	0,52	0,50	0,51	1,00	0,60	0,44	0,24	0,24	0,41	-0,85	0,86	1,00	
CLT17	0,98	0,98	0,98	0,97	0,94	0,63	0,41	0,95	0,74	0,74	0,91	-0,07	0,67	0,58	1,00

Prod (produtividade); PMF (peso médio do fruto); PFSC (peso médio do fruto sem coroa); CFSC (comprimento do fruto sem coroa); DF (diâmetro do fruto); Ib5 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 5); Ib9 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 9); Ib13 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 13); Im5 (índice de área foliar pelo método direto no mês 5); Im9 (índice de área foliar pelo método direto no mês 9); Im13 (índice de área foliar pelo método direto no mês 13); CLT5 (teor de clorofila total no mês 5); CLT9 (teor de clorofila total no mês 9); CLT13 (teor de clorofila total no mês 13); CLT17 (teor de clorofila total no mês 17).

Tabela 2. Matriz de correlação entre os parâmetros de produção, morfológicos dos frutos, índices de área foliar e teores de clorofila totais do abacaxizeiro irrigado com água salina de condutividade 3,6 dS m<sup>-1</sup>.

Table 2. Correlation matrix between production parameters, fruit morphological parameters, leaf area indexes and total chlorophyll content of pineapple irrigated with conductivity salt water 3.6 dS m<sup>-1</sup>.

	%ETc	Prod	PMF	PFSC	CFSC	DF	Ib5	Ib9	Ib13	Im5	Im9	Im13	CLT5	CLT9	CLT13	CLT17
%ETc	1,00															
Prod	-0,35	1,00														
PMF	-0,16	0,74	1,00													
PFSC	-0,16	0,75	0,99	1,00												
CFSC	-0,33	0,80	0,92	0,92	1,00											
DF	-0,26	0,77	0,89	0,87	0,98	1,00										
Ib5	-0,14	-0,26	0,09	0,14	-0,10	-0,16	1,00									
Ib9	-0,29	0,09	0,37	0,42	0,45	0,42	0,30	1,00								
Ib13	-0,28	0,45	0,69	0,74	0,64	0,56	0,49	0,65	1,00							
Im5	-0,19	-0,14	0,09	0,15	0,11	0,11	0,63	0,67	0,48	1,00						
Im9	-0,19	-0,14	0,09	0,15	0,11	0,11	0,63	0,67	0,48	1,00	1,00					
Im13	0,00	-0,06	0,35	0,40	0,28	0,24	0,62	0,77	0,70	0,76	0,76	1,00				
CLT5	-0,09	-0,09	0,21	0,22	0,17	0,15	0,48	0,27	0,27	0,39	0,39	0,56	1,00			
CLT9	-0,26	-0,12	-0,13	-0,17	-0,06	-0,12	0,06	0,13	-0,11	0,29	0,29	0,15	0,33	1,00		
CLT13	0,43	0,16	0,31	0,38	0,18	0,21	0,24	0,25	0,32	0,22	0,22	0,38	0,24	-0,48	1,00	
CLT17	-0,02	-0,17	0,30	0,24	0,09	0,08	0,30	0,02	0,08	-0,16	-0,16	0,23	0,52	-0,08	0,06	1,00

Prod (produtividade); PMF (peso médio do fruto); PFSC (peso médio do fruto sem coroa); CFSC (comprimento do fruto sem coroa); DF (diâmetro do fruto); Ib5 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 5); Ib9 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 9); Ib13 (índice de área foliar pela barra quântica no mês 13); Im5 (índice de área foliar pelo método direto no mês 5); Im9 (índice de área foliar pelo método direto no mês 9); Im13 (índice de área foliar pelo método direto no mês 13); CLT5 (teor de clorofila total no mês 5); CLT9 (teor de clorofila total no mês 9); CLT13 (teor de clorofila total no mês 13); CLT17 (teor de clorofila total no mês 17).

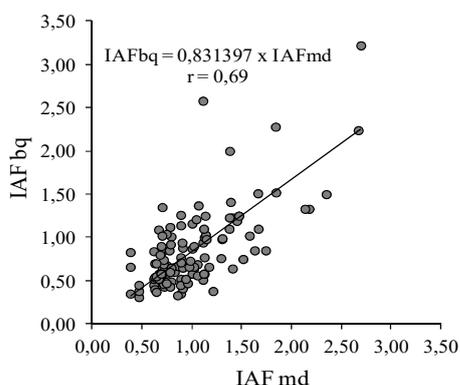


Figura 2. Correlação entre os parâmetros de determinação do índice

de área foliar (IAF) pelos métodos de barra quântica (IAF bq) e medição direta (IAF md) das plantas do abacaxizeiro.

Figure 2. Correlation between parameters of leaf area index (LAI) by quantum bar (LAI bq) and direct measurement (LAI md) of pineapple plants.

#### 4. DISCUSSÃO

As correlações positivas e elevadas entre as medidas morfológicas e produtividade mostram-se coerentes e podem representar a estimativa final de produção na lavoura de abacaxi. No entanto, salienta-se a necessidade de ajustes locais em cada sistema produtivo, pois as variáveis, como, comprimento e diâmetro do fruto com alta correlação com a produtividade nas condições do presente estudo, não

apresentam correlação com o rendimento de frutos do abacaxi 'Smooth cayenne' (MARKOS, 2014) e em outras condições de cultivo (MELO et al., 2006).

As correlações altas e positivas entre IAF aos 13 meses após o plantio com a produtividade e as características morfológicas dos frutos, tanto pela barra quântica quanto pelo método direto, mostram-se pertinentes e permitem inferências relacionadas à aferição da fixação de carbono, danos bióticos e abióticos, além de correlacionar-se com a produtividade (SANTOS et al., 2018). Possivelmente, no 13º os valores de IAF indicam a capacidade das folhas manterem a atividade fotossintética por maior período com maior acúmulo de matéria seca pelo abacaxizeiro (MALÉZIEUX, 1993) e, assim, justificam as correlações com as características produtivas.

A superfície fotossintética aumenta com o desenvolvimento da área foliar, resultando também em maior acúmulo de matéria seca na planta (SANTOS et al., 2018). Portanto, cinco e nove meses após o plantio o tamanho e o acúmulo de fotoassimilados pelas folhas do abacaxizeiro ainda são incipientes e, desta, forma justifica-se a baixa correlação com os dados de produtividade.

Em condições de salinidade com água de 3,6 ds m<sup>-1</sup> não se verificou as altas correlações do IAF no 13º mês, assim como verificado em condições com água de 0,75 ds m<sup>-1</sup>. Possivelmente os efeitos da salinidade, tais como, alterações nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (SANTOS; BRITO, 2016) reduziram as características morfológicas das plantas com diminuição da produtividade do abacaxizeiro em condições semiáridas (BRITO et al., 2017) e, desta forma, as correlações foram baixas.

Em relação aos dados de teores de clorofila total, nota-se que o mês 5 apresentou valores negativos quando submetido a análise com os demais meses, possivelmente explicado pelo fato do teor de clorofila nesse mês ser insignificante comparado aos demais, onde as plantas se encontravam sob estresse climático com elevadas temperaturas (Figura 1) e início do estágio vegetativo.

Possivelmente, as adubações realizadas no mês da indução floral propiciaram um aporte maior de nutrientes para o abacaxizeiro com reflexos nos teores de clorofila ao final do ciclo da cultura. Correlação negativa no início do ciclo indica os teores de clorofila ainda são incipientes devido ao crescimento inicial lento das mudas.

Considerando o método da barra quântica como padrão, para corrigir o índice de área foliar pelo método direto deve-se multiplicar o valor de IAFmd por 0,831397, valor obtido pela equação da figura 2. Ressalta-se a importância da obtenção desse valor, servindo como um método de calibração na estimativa do índice da área foliar do abacaxizeiro com o método direto, para os produtores que não possuam a barra quântica. É possível afirmar que este método é mais prático e preciso quando comparamos com a estimativa do método direto. Essa constatação está diretamente relacionada aos possíveis erros na medição da largura e comprimento da folha "D" da planta pelo método direto proposto, e pela facilidade de manuseio e obtenção dos dados de leituras pela barra. Pois, o método da barra quântica se trata de um aparelho que a partir de sensores e uma barra mede o índice de irradiação solar dentro do dossel das plantas, e se aproxima do IAF real apresentado pela planta. Já o método direto se trata de uma estimativa indireta do IAF, é mensurado a partir de uma equação, onde contabiliza as

variáveis largura e comprimento de apenas uma folha ("D") e contagem do número de folhas, portanto, fica sujeito a erros nas mensurações.

As características morfológicas das folhas do abacaxizeiro dificultam o cálculo da área foliar e as equações são uma alternativa para estimar a área foliar das plantas de abacaxi 'Pérola' de maneira simples, rápida, confiável e barata (SANTOS et al., 2018) e mostram a relevância dos resultados do presente estudo.

Os valores estimados do coeficiente de correlação (Figura 2), evidenciam que mesmo se obtendo 69% de correlação, é possível observar valores que fogem do valor obtido, como alguns pontos: IAF estimado 1,11 e IAF bq 2,58, bem como IAF estimado 2,70 e IAF bq 3,22, fato que possivelmente pode ser explicado por erros nas leituras pelo método direto, ou, estas variações podem ter sido provocadas por alterações anatômicas no comprimento e largura das folhas "D" devido à competição por luz, água e nutrientes, resultando em valores superestimados ou subestimados de IAF.

Assim, verifica-se a importância do uso de equações calibradas para a determinação de valores de IAF que representem de forma próxima às condições reais de campo e que seja fácil de trabalhar.

## 5. CONCLUSÕES

O índice de área foliar pelo método da barra quântica no 13º mês após o plantio apresenta correlação positiva e alta com a produtividade quando o abacaxizeiro é irrigado com água de condutividade de 0,75 d S m<sup>-1</sup>.

Recomenda-se para ajuste dos valores de índice de área foliar em abacaxizeiro 'Pérola' a equação  $IAF = 0,831397 \times IAFmd$ .

## 6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Projeto 467901/2014-7), pelo suporte financeiro.

## 7. REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1985. 218p.
- BORLAND, A. M.; HARTWELL, J.; WESTON, D. J.; SCHLAUCH, K. A.; TSCHAPLINSKI, T. J.; TUSKAN, G. A.; YANG, X.; CUSHMAN, J. C. Engineering crassulacean acid metabolism to improve water-use efficiency. **Trends in Plant Science**, v. 19, n. 5, p. 327-338, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.01.00>
- BRITO, C. F. B.; SANTOS, M. R. dos; FONSECA, V. A.; ARANTES, A. M.; ALMEIDA, J. R. Physiological characteristics and yield of 'Pérola' pineapple in the semiarid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 12, p. 834-839, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p834-839>
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of pineapple (*Ananas comosus* var. comosus): a review. **Experimental Agriculture**, v. 48, n. 4, p. 488-501, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0014479712000385>

- ELHAG, A. Z.; ELZAIN, H. Sodium chloride tolerance of pineapple (*Ananas comosus* L. Mirrl.) In vitro. **Journal of Applied Agricultural Research**, v. 4, n. 2, p. 105-110, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- FRANCISCO, J. P.; DIOTTO, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; SILVA, L. D. B.; PIEDADE, S. M. S. Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 285-293, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-216/13>
- FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro 'Pérola' sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 132-140, 2014.
- KÜSTER, I. S.; ALEXANDRE, R. S.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, E. R.; ARANTES, L. de O.; KLEM, D. L. B. Phenotypic correlation between leaf characters and physical and chemical aspects of cv. Vitória pineapple fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 2, p. 01-09, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018964>
- LARCHER W. **Ecofisiologia Vegetal: O ambiente das plantas**. 3 ed. São Carlos: RiMa, 2004. 518p.
- MAIA, V. M.; OLIVEIRA, F. S.; PEGORARO, R. F.; ASPIAZÚ, I.; PEREIRA, M. C. T. 'Pérola' pineapple growth under semiarid climate conditions. **Acta Horticulturae**, v. 1111, p. 267-263, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1111.38>
- MAHMUD, M.; ABDULLAH, R.; YAACOB, J. S. Effect of Vermicompost Amendment on Nutritional Status of Sandy Loam Soil, Growth Performance, and Yield of Pineapple (*Ananas comosus* var. MD2) under Field Conditions. **Agronomy**, v. 8, n. 9, p. 01-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8090183>
- MALEZIEUX, E. Dry matter accumulation and yield elaboration of pineapple in Cote d'Ivoire. **Acta Horticulturae**, v. 334, p. 149-158, 1993. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.334.15>
- MARKOS, D. Effect of Mulch Type, Ground Cover Percentage and Sucker Management on Growth and Yield of Pineapple (*Ananas Comosus* L. Merrill) under Growing Conditions of Sidama Zone, Southern Ethiopia. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 4, n. 6, p. 27-32, 2014.
- MELO, A. S.; NETTO, A. O. A.; DANTAS NETO, J.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 93-98, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000100014>
- MOTA, M. F. C.; PEGORARO, R. F.; BATISTA, P. S. C.; PINTO, V. de O.; MAIA, V. M.; SILVA, D. F. da. Macronutrients accumulation and growth of pineapple cultivars submitted to aluminum stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 978-983, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p978-983>
- OLIVEIRA, A. M. G.; NATALE, W.; ROSA, R. C. C.; JUNGHANS, D. T. Adubação N-K no abacaxizeiro 'BRS Imperial' - II - Efeito no solo, na nutrição da planta e na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 764-773, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-024/14>
- OLIVEIRA, A. M. G.; NATALE, W.; ROSA, R. C. C.; JUNGHANS, D. T. Adubação N-K no abacaxizeiro 'BRS Imperial' - I - efeito no desenvolvimento e na floração da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p.755-763, 2015b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-023/14>
- OSMOND, C. B. Crassulacean acid metabolism: A curiosity in context. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, n. 3, p. 379-414, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.29.060178.002115>
- PEGORARO, R. F.; SOUZA, B. A. M.; MAIA, V. M.; AMARAL, U.; PEREIRA, M. C. T. Growth and production of irrigated 'Vitória' pineapple grown in semiarid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 693- 703, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-265/13>
- PERERA-CASTRO, A. V.; BRITO, P.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. M. Changes in thermic limits and acclimation assessment for an alpine plant by chlorophyll fluorescence analysis: Fv/Fm vs. Rfd. **Photosynthetica**, v. 56, n. 2, p. 527-536, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s11099-017-0691-6>
- SANTANA, M. J. de; SOUZA, O. P. de; CAMARGOS, A. E. V.; ANDRADE, J. P. R. Coeficientes de cultura do abacaxizeiro nas condições edafoclimáticas de Uberaba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 602-607, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000600005>
- SANTOS, M. P. dos.; MAIA, V. M.; OLIVEIRA, F. S.; PEGORARO, R. F.; SANTOS, S. R. dos.; ASPIAZÚ, I. Estimation of total leaf area and D leaf area of pineapple from biometric characteristics. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 6, p. 01-04, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018556>
- SANTOS, M. R. dos; BRITO, C. F. B. Irrigação com Água Salina, Opção Agrícola Consciente. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 33-41, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.12971/2179-959/agrotecnologia.v7n1p33-41>
- SANTOS, M. R. dos; NEVES, B. R.; SILVA, B. L.; DONATO, S. L. R. Yield, water use efficiency and physiological characteristic of 'Tommy Atkins' mango under partial root zone drying irrigation system. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 7, n. 13, p. 1029-1037, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2015.713084>
- SOUZA, C. B. de; SILVA, BERNARDO B. da; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 134-141, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000200002>
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

VILELA, G. B.; PEGORARO, R. F.; MAIA, V. M. Predição de produção do abacaxizeiro 'Vitória' por meio de características fitotécnicas e nutricionais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 724-732, 2015.

ZHANG, J.; LIU, J.; MING, R. Genomic analyses of the CAM plant pineapple. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 13, p. 01-10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eru101>