



## ÍNDICE SPAD EM PLANTAS DE TOMATEIRO CULTIVADO EM FIBRA DE COCO E SUBMETIDO A PULSOS DE FERTIRRIGAÇÃO

B. B. Nogueira, L. Iglesias, J. V. Mesquita, M. C. Nakatani,  
F. F. Putti\*

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Engenharia, Campus de Tupã, SP, Brasil

Article history: Received 22 November 2017; Received in revised form 08 January 2018; Accepted 11 January 2018; Available online 27 March 2018.

### RESUMO

O tomate é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil, adaptando-se a praticamente todos os climas, porém está susceptível a diversas doenças que acarretam na redução da produtividade e da qualidade. Um dos segmentos mais importantes no mercado brasileiro é o tomate de mesa, entra nessa categoria o híbrido 'BRS Imigrante', que é tolerante a doenças que causam prejuízos na produção. A clorofila está presente em todos os vegetais e é um dos fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e como consequência ao seu crescimento, desenvolvimento e adaptação a diversos ambientes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental da empresa Proteto. Adotou-se o sistema de bloco ao acaso, com 10 avaliações ao longo do ciclo da cultura, com 3 repetições. A irrigação adotada foi em pulso, sendo que aproximadamente a cada 20 minutos ocorria o acionamento do sistema. Sendo avaliado. Visto a importância da clorofila, o objetivo desse trabalho foi analisar a clorofila A, B e Total por meio de dos índices SPAD A, B e total e investigar o seu comportamento ao longo do desenvolvimento da cultivar. Os índices SPAD analisados apresentaram correlações positivas e significativas entre eles.

**Palavras-chave:** clorofilas; fotossíntese; tomate.

### SPAD INDEX IN TOMATOES PLANTS CULTIVATED IN COCONUT FIBER AND SUBMITTED TO FERTIRRIGATION PULSES

### ABSTRACT

Tomato is one of the main vegetables produced in Brazil, adapting to practically all climates, but is susceptible to several diseases that lead to reduced productivity and quality. One of the most important segments in the Brazilian market is table tomatoes, the 'BRS Imigrante', which tolerates some diseases that cause losses to the producer, falls into this category. Chlorophyll is present in all plants and is one of the factors related to the photosynthetic efficiency of plants and as a consequence of their growth, development and adaptation to diverse environments. Considering the importance of chlorophyll, the objective of this work was to analyze the SPAD A, B and total indices and to investigate their behavior throughout the development of the cultivar. Chlorophyll A, B and total contents were determined in ten evaluation dates after transplanting. The SPAD indices analyzed showed positive correlations between them.

**Keywords:** chlorophylls; photosynthesis; SPAD.

---

\* [fernandoputti@tupa.unesp.br](mailto:fernandoputti@tupa.unesp.br)

## INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pertence à família das Solanáceas e é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil, sendo uma fonte rica de vitaminais e minerais. Possui grande importância econômica, pois seu ciclo é relativamente curto e de alto rendimento (NAIKA *et al*, 2006). Algumas técnicas de produção do tomateiro, como a fertirrigação, adubação foliar, cobertura do solo e o cultivo em ambiente protegido, influenciam de forma positiva a absorção de nutrientes, podendo alterar o estado nutricional das plantas, refletindo, por exemplo, sobre os teores de clorofila nas folhas (MÓGOR *et al*, 2013).

Um dos segmentos mais importantes no mercado brasileiro do tomate é o tipo salada, conhecido também como tomate de mesa. O tomate se adapta a quase todos os tipos de clima existentes, todavia é acometido por diversas doenças que podem causar decréscimo na produtividade e na qualidade do mesmo. Com o aumento da incidência de danos causados por Begomovírus e Fusarium-3, tem se tornado necessário em algumas regiões do país, o uso de cultivares resistentes a esses dois patógenos. Com isso houve a criação do híbrido F1 ‘BRS Imigrante’, que visa atender a demanda do consumo *in natura*, lançado pela Embrapa em 2012 (ATTALEA AGRONEGÓCIOS, 2014).

A cultivar ‘BRS Imigrante’ é muito rústica e possui excelente cobertura foliar. Os frutos são firmes e possuem característica genética de longa-vida, proporcionando maior tempo de prateleira, além de serem saborosos, apresentando teor de sólidos solúveis em torno de 4,5° Brix. Essa cultivar apresenta ciclo médio, porte do tipo “meia-estaca”, e potencial produtivo de até 480 caixas de 25 kg por mil plantas. O mesmo é tolerante às principais espécies de Begomovirus (geminivírus) devido à presença combinada dos loci Ty-1 e Ty-3, apresentando também resistência a alguns

patótipos do Tomato Mosaic Vírus (ToMV) e também ao Fusarium-3 (EMBRAPA, 2013; FLORIDO, 2015)

A clorofila está presente em todos os vegetais e é um dos fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e como consequência ao crescimento e adaptação a diversos ambientes. A fotossíntese pode ser realizada nas plantas devido à capacidade que possuem as clorofilas de absorver a energia solar, em conjunto com outros pigmentos ( $\beta$ -caroteno, a ficoeritrina, etc) (GONZÁLEZ, 2017; STREIT *et al*, 2005).

As clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, possuindo como átomo central o Magnésio, esse complexo possui quatro anéis de pirrol, que são enumerados de 1 a 4 ou de “a” a “d”, de acordo com o sistema de numeração de Fisher. As clorofilas *a* e *b* encontram-se na natureza em uma proporção de 1:3, respectivamente, e se diferem nos substituintes do carbono C-3, sendo que na clorofila *a* o anel de porfirina contém um grupo metil (-CH<sub>3</sub>) e na *b* é constituída por um grupo aldeído (-CHO). A estabilidade da clorofila *b* deve-se ao efeito atrativo de elétrons do seu grupo (STREIT *et al*, 2005).

A eficiência fotossintética está intimamente relacionada ao desenvolvimento de plantas cultivadas em diferentes ambientes, podendo servir de suporte para tomadas de decisões relacionadas à adubação nitrogenada, pois, a clorofila apresenta alta relação com o rendimento para diversas culturas. A taxa fotossintética é reduzida à medida que se reduz a concentração de nitrogênio nos vegetais, posto que, altera a resistência estomática na difusão de dióxido de carbono, modificando a atividade da enzima Rubisco, diminuindo consideravelmente a fotossíntese (RIGON *et al*, 2013).

Os medidores de clorofila portáteis apresentam vantagens em termos ambientais e econômicos em relação ao

tradicional (laboratório), podendo citar o custo, a rapidez, e a não destruição dos tecidos das plantas. Um desses medidores portáteis de clorofila é o SPAD-502, da Minolta, ele mede a transmissão de luz vermelha a 650 nm, quando ocorre a absorção de luz pela molécula de clorofila, e de luz infra-vermelha, a 940 nm, sem absorção. Com base nesses dados, o aparelho calcula o índice SPAD (*Soil Plant*

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro a abril de 2017 em ambiente protegido, com área de 8 metros em sua largura por 35 metros em seu comprimento, com altura de pé direito de 3,0 metros, tendo seu ponto mais elevado 6,0 metros. A área é parte de campo experimental da empresa Proteto Indústria e Comércio, localizado na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, Km 510 no município de Tupã SP, orientação Leste-Oeste com coordenadas de 21°54'39.11"S, 50°35'16.14"O e altitude de 520 metros. Foi utilizada cobertura de filme de polietileno de 0,10 mm de espessura com tratamento anti-UV e fechamento lateral em tela anti-afídeos.

A semeadura do cultivar de tomateiro BRS Imigrante, ocorreu dia 5 de novembro de 2017, as mudas foram conduzidas em bandejas plásticas com 160 células preenchidas com substrato a base de casca de pinus e fibra de coco, BIOPLANT<sup>®</sup>. Foram semeadas, aproximadamente, três sementes por célula. Após a germinação realizou-se o desbaste deixando-se uma muda por célula.

O transplante ocorreu 35 dias após a semeadura (DAS), sendo as mudas transplantadas para vasos de 8dm<sup>-3</sup> (uma planta por vaso), preenchido com fibra de coco. A irrigação foi realizada por meio de sistema de irrigação localizada, em que aproximadamente a cada 20 minutos o sistema era acionado e permanecia ligado por 2 minutos, No período noturno não ocorria o acionamento do sistema. Deve-se ressaltar que a fertirrigação era realizada

(*Analysis Development*), o qual é extremamente correlacionado ao teor de clorofila (PÔRTO *et al*, 2011).

O objetivo do presente artigo é analisar o índice SPAD A, B e total e correlacioná-los comparando seu comportamento ao longo do desenvolvimento do ciclo da cultivar 'BRS Imigrante'.

de acordo com a fase de desenvolvimento vegetal da cultura.

A solução adotada foi a seguinte na fase inicial, 1,05 g/L de Nitrato de Cálcio, 0,1 de Ureia, 0,4 g/L de Nitrato de Potássio, 0,3 g/L Cloreto de Potássio, 0,1 g/L Sulfato de Potássio, 0,2 g/L Nitrato de Magnésio, 0,1 g/L sulfato de magnésio, 0,28 g/L de MKP, 0,003 g/L de Sulfato de Zinco, 0,008 de Ácido Bórico e 0,02 g/L de Micro e ferro na forma de EDDHA.

Para a fase produtiva 1,114 g/L de Nitrato de Cálcio, 0,11 de Ureia, 0,43 g/L de Nitrato de Potássio, 0,03 g/L Cloreto de Potássio, 0,11 g/L Sulfato de Potássio, 0,22 g/L Nitrato de Magnésio, 0,11 g/L sulfato de magnésio, 0,30 g/L de MKP, 0,0033 g/L de Sulfato de Zinco, 0,009 de Ácido Bórico e 0,022 g/L de Micro e ferro na forma de EDDHA.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com 10 tratamentos, constituídos pelas épocas de amostragem 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110.

O medidor portátil de clorofila SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*, Minolta Camera Co., Osaka, Japan) foi utilizado para as medidas indiretas de clorofila (Índice de clorofila) em valor SPAD, em folhas intactas.

Para a análise estatística dos dados, primeiro realizou-se o teste de normalidade dos dados por meio o teste de Anderson-Darling, após a constatação de que os conjuntos de dados eram normais, aplicou-se o teste de homogeneidade. Assim, pode-se desenvolver os modelos estatísticos a

fim de compreender o Índice SPAD A, B e Total na cultura do tomate.

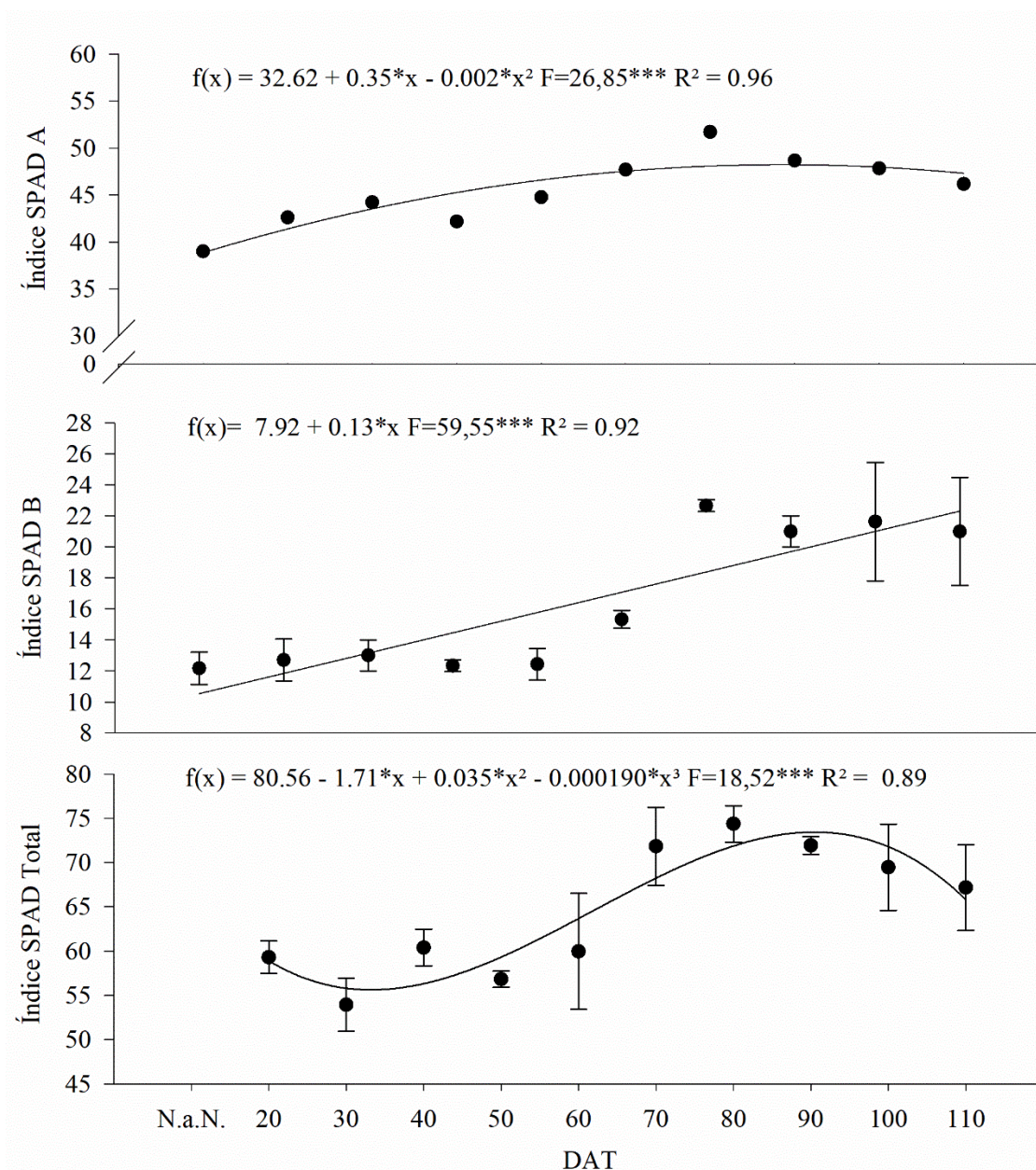
No desenvolvimento dos modelos adotaram-se os modelos de regressão

polinomial de 1º, 2º e 3º grau, desse modo adotou-se o modelo que foi significativo e que apresentou o maior coeficiente de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observa-se o desenvolvimento do índice SPAD A, B e

total da cultivar 'BRS Imigrante' ao longo do seu desenvolvimento.



**Figura 1.** Índices SPAD A, B e Total em folhas do híbrido do tomateiro 'BRS Imigrante'.

De acordo com a Embrapa (2017) a colheita do híbrido 'BRS Imigrante' se inicia após 80 dias do transplante. Sendo assim pode-se notar que, os maiores

valores para os índices SPAD A, B e total ocorreram em 80 dias, demonstrando que nesse período a planta está no pico do seu

desenvolvimento e da realização da fotossíntese.

O índice SPAD A (Figura 1A) apresentou seu desenvolvimento em função quadrática em que sua máxima produção foi no 87 DAT, demonstrando que até este momento a planta está consumindo Nitrogênio (N) e Magnésio (Mg), afim do crescimento vegetativo. Deste modo de acordo Taiz & Zeiger (2013), o efeito está relacionado com o teor de N na folha, pois ao findar seu crescimento vegetativo ocorre a translocação de nutrientes entre folha, caule e fruto.

A relação entre N e a clorofila foi demonstrada por Leonardo *et al.* (2013) em seu trabalho, o nitrogênio trata-se de um dos elementos utilizados na síntese de clorofila, correlacionando-se positivamente com o rendimento das culturas, devendo-se ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas fazem parte de enzimas que estão vinculadas aos cloroplastos.

Para o índice SPAD B (Figura 1B) o modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear. E no tocante ao índice SPAD total (Figura 1C) a função cúbica se ajustou de forma adequada, apresentando o valor máximo de 141, 83, visto que o

mesmo é o resultado aproximado da soma do índice SPAD A e SPAD B.

Pode-se atribuir a relevância da atividade fotossintética sobre a produtividade agrícola, em virtude de que, quando há um percentual elevado de fotossíntese, há uma relação estreita com a produção e distribuição de fotoassimilados e consequente formação de flores, frutos, entre outros processos metabólicos e fases do crescimento e desenvolvimento vegetal.

Foram verificadas correlações positivas e significativas entre os índices SPAD A, B e total. Em que entre os índices SPAD A e B houve uma correlação de 0,604 ( $p < 0,001$ ), entre A e total a correlação foi de 0,86 ( $p < 0,001$ ) e por fim a correlação entre B e total foi de 0,92 ( $p < 0,001$ ). Sabe-se que o índice SPAD A é pigmento que realiza a fotoquímica enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo um dos principais o índice SPAD B, deste modo demonstrando sua alta correlação (STREIT *et al.*, 2005), ressaltando que o Índice Total trata-se da soma do A e B.

## CONCLUSÃO

- O método indireto de determinação das clorofilas por meio do Índice SPAD é uma técnica não destrutiva e auxiliar na determinação da exigência de N.
- Os índices SPADs apresentaram correlações positivas e significativas, demonstrando a relação intrínseca entre eles.

## AGRADECIMENTO

À Proteto Tupã Indústria Comércio pela concessão do local para a condução do

experimento e Agrocinco Seeds pela doação das sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTALEA AGRONEGÓCIOS. 'BRS Imigrante': híbrido tipo salada tolerante à Fusarium-3 e Begomovírus. **Revista Attalea Agronegócios**, 91, 2014.

EMBRAPA. **Relatório de Gestão do Exercício 2013**. Brasília, 2014. 279 p.

FLORIDO, J. M. P. **Avaliação de diversidade de frutas e hortaliças**

**frutosas** comercializadas **no município de São Paulo**: composição nutricional de macro e micronutrientes. 2015. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Fotossíntese**. UFRGS. Disponível em: <[https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fo\\_tossintese.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fo_tossintese.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2017.

LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35 (2): 377-383, 2013.

MÓGOR, Á. F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J.; BETTONI, M. M. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 43, (4):10-15, 2013.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **A cultura do**

**tomate**: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006.

PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, 29: 311-315, 2011.

RIGON, J. P.G.; BELTRÃO, N. E. M.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J. F.; SILVA, F. V. Análise não destrutiva de pigmentos fotossintéticos em folhas de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16 (3): 258-261, 2012.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, 35 (3): 748-755, 2005.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 820. (Trad. SANTAREM, E. R. *et al.*)