



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## TEORES DE CLOROFILA E ÍNDICE SPAD EM FOLHAS DE GOAIBEIRA, EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE GOAIBAS(1)

**Anne Elise Cesarin<sup>(2)</sup>; Henrique Antunes de Souza<sup>(3)</sup>; Maria Durvalina Mathias dos Santos<sup>(4)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(5)</sup>; Daniel Angelucci de Amorim<sup>(5,6)</sup>; Danilo Eduardo Rozane<sup>(7)</sup>; William Natale<sup>(8)</sup>**

<sup>(1)</sup> Bolsa PIBIC/CNPq (1161147/2010-5); <sup>(2)</sup> Acadêmica de Agronomia; Depto. Solos e Adubos/Unesp; annecesarin@gmail.com <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Caprinos e Ovinos, henrique@cnpq.embrapa.br; <sup>(4)</sup> Professora Doutora; Depto. Biologia Aplicada 'a Agropecuária/Unesp; dumaria@fcav.unesp.br; <sup>(5)</sup> Pós-Graduandos; Depto. Solos e Adubos/Unesp; vivimodesto@hotmail.com; danielangelucci@hotmail.com; <sup>(6)</sup> Pesquisador; Epamig – Unidade Caldas; danielangelucci@hotmail.com; <sup>(7)</sup> Pós-Doutorando; Depto. Solos e Adubos/Unesp; danilorozane@yahoo.com.br <sup>(8)</sup> Professor Adjunto; Depto. Solos e Adubos/Unesp; natale@fcav.unesp.br

**RESUMO** - A avaliação da aplicação de resíduos orgânicos em plantas deve levar em consideração as alterações provocadas no estado nutricional da cultura, em especial, quando as doses empregadas são função do conteúdo de nitrogênio. Objetivou-se avaliar os teores de clorofila, através de medidas diretas e indiretas em folhas de goiabeiras, em função da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas. Foram aplicadas as seguintes doses do material: zero; 9; 18; 27; 36 t ha<sup>-1</sup>, em pomar de goiabeiras adultas cv. Paluma. O resíduo foi aplicado superficialmente no pomar, uma vez por ano desde 2006, sendo que na safra de 2009 foram coletadas folhas para a mensuração de medidas diretas e indiretas de clorofila e índice SPAD. O subproduto da indústria processadora de goiabas incrementou os teores de clorofila a e b, bem como o índice SPAD em folhas de goiabeiras.

**Palavras-chave:** Psidium guajava; pigmentos; subproduto; estado nutricional

### INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada influencia uma série de compostos e componentes intracelulares nos vegetais. Independentemente da fonte de N utilizada para adubação, a elevação das doses aplicadas pode aumentar os teores de clorofila nas folhas, tendo em vista a participação do nitrogênio em sua estrutura.

A fotoquímica da fotossíntese só ocorre se houver pigmentos nas folhas capazes de interagir com a radiação fotossinteticamente ativa, entre 400nm e 700 nm. Os principais pigmentos que absorvem a radiação fotossinteticamente ativa são as clorofilas “a” e “b”. Estes pigmentos são verdes e, portanto, não absorvem (mas refletem) a maior parte da radiação com comprimentos de onda na região do verde, situados entre 500 e 600 nm (Prado e Casali, 2006).

Além do método direto de mensuração da clorofila, através de seu fracionamento, há métodos indiretos, como a utilização de aparelhos portáteis

(clorofilômetro). Segundo Buzetti et al. (2008), a medida indireta da clorofila é uma técnica promissora para fornecer subsídios à recomendação de adubação nitrogenada às culturas.

Entre as fontes de nitrogênio, a utilização de subprodutos é vantajosa devido à riqueza em nutrientes e a possibilidade de reciclagem desses resíduos.

Assim, avaliaram-se os teores de clorofila, através de medidas diretas e indiretas, em folhas de goiabeiras, em função da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um pomar comercial de goiabeiras adultas, com oito anos de idade. Foram utilizadas exemplares propagadas vegetativamente da goiaba mais plantada em todo Brasil atualmente, *Psidium guajava* cv. Paluma. O pomar foi irrigado por microaspersores tipo bailarina (31 L hora<sup>-1</sup>) e monitorado por tensiometria 60% (CC). A água foi proveniente de poço semi-artesiano. Para plantio foi utilizado o espaçamento padrão para a cultivar, com 7 m entre linhas e 5 m entre árvores, em área experimental localizada na maior região produtora de goiabas do Estado de São Paulo, no município de Vista Alegre do Alto, com coordenadas geográficas 21° 08' Sul, 48° 30' Oeste e altitude de 603 m.

O solo do pomar foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa/média, correspondendo ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, segundo a Embrapa (1999). Os resultados das análises químicas para fins de fertilidade do solo encontram-se na Tabela 1.

O subproduto gerado pela indústria processadora de goiabas empregado no presente estudo é um resíduo constituído basicamente de sementes, junto com alguma fração de pele e polpa não separadas no processo físico de despolpamento, que ocorre após a lavagem dos frutos com água clorada. O subproduto foi aplicado sempre no início de dos anos 2006, 2007, 2008 e 2009.

Foram realizadas determinações químicas do resíduo (Tabela 2), conforme metodologia descrita por Bataglia et al. (1983). O carbono orgânico total foi determinado segundo Abreu et al. (2006).

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. As doses do subproduto (moído) foram: 0, 9, 18, 27 e 36 t ha<sup>-1</sup> (peso seco). As quantidades de resíduo aplicadas no pomar foram estabelecidas em função dos teores de nitrogênio (N) no subproduto, tendo em vista ser o N um elemento muito oneroso em termos de custo de produção de fertilizante e, considerando-se os relativamente altos teores presentes no material. Salienta-se, ainda, que as plantas não receberam aporte de qualquer fertilizante mineral. A parcela experimental foi constituída por cinco plantas, sendo as três centrais consideradas úteis para as avaliações.

Na safra de 2009 foi mensurado o índice SPAD, com o auxílio de um clorofilômetro (Minolta SPAD 502), coletando-se as folhas nas parcelas úteis, sendo quatro pares de folhas (3º par recém-expandido), no auge da floração, segundo indicações de Natale et al. (1996). A clorofila total foi avaliada pelo método de Arnon (1949), modificado por Linder (1974). Para tanto, foi macerado 1 g de massa fresca foliar, evitando-se a nervura principal, juntamente com acetona 80% (v/v). Para a composição de 1 g foram utilizadas amostras de todas as folhas coletadas (parcela útil), formando uma amostra composta. O material foi filtrado a vácuo e depois completado para 100 mL de acetona. Com o extrato obtido foram realizadas leituras espectrofotométricas nos seguintes comprimentos de onda: 663, 652 e 645 nm. A leitura realizada no comprimento de onda de 663 nm corresponde ao pico de maior absorção de luz de clorofila a e no comprimento de onda de 645 nm, corresponde ao pico de absorção de luz para clorofila b; a leitura em 652 nm foi realizada para conferir o conteúdo de clorofila total. Analisou-se, ainda, a relação clorofila a/b.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância realizada pelo teste F utilizando-se do teste de Tukey para a comparação entre médias. As análises da regressão e correlação foram empregadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elevação das doses do subproduto da indústria processadora de goiabas, afetou significativamente o índice SPAD e os teores de clorofila a e b, sendo que em todos os casos o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figuras 1, 2 e 3, respectivamente). Para a clorofila total e a relação clorofila a/b não houve significância.

É interessante ressaltar que quando se análise o teor de nitrogênio em plantas, verifica-se que o N pode estar sendo absorvido em quantidades maiores do que as plantas necessitam (absorção de luxo). No caso da clorofila isto não ocorre, ou seja, a clorofila na planta atinge valores máximos, podendo indicar o ponto a

partir do qual não há consumo de luxo de N (Blackmer et al., 1994). Outro ponto a ser considerado é que quando há o consumo de luxo, o nitrogênio fica na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, o qual não é detectado pela análise de clorofila (Rambo et al., 2004).

Houve correlação positiva e significativa entre a relação clorofila a/b e o índice SPAD (Figura 4). Segundo Almeida et al. (2005), plantas cultivadas em pleno sol apresentam maior relação clorofila a/b; em ambientes sombreados, há tendência de maior teor de clorofila b. No entanto, no presente estudo verifica-se que o aumento do índice SPAD também esteve associado ao aumento da relação clorofila a/b. Assim, tal comportamento pode estar relacionado à melhoria do estado nutricional das goiabeiras em N, já que as doses aplicadas foram estabelecidas em função do nitrogênio no resíduo e, as folhas analisadas foram as mesmas.

Na avaliação de diferentes omissões de NPK em espécie florestal, Freitas (2009) constatou que os teores de clorofila e carotenóides foram reduzidos; segundo o autor esse resultado se deve, possivelmente, ao fato desses elementos serem essenciais para a formação dos pigmentos clorofilianos na planta e, principalmente, devido ao nitrogênio ser componente estrutural das moléculas de clorofila.

Em frutíferas perenes, como mangueiras, goiabeiras, tangerineiras e videiras, Shaahan et al. (1999) concluíram que o clorofilômetro mostrou-se uma ferramenta simples e rápida para estabelecer o estado nutricional de nitrogênio, em condições de campo, em pomares da Índia.

## CONCLUSÕES

A aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas incrementou os teores de clorofila a e b, bem como o índice SPAD em folhas de goiabeiras.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C.; FALCÃO, A. A. Protocolos de análises químicas. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. p. 121-158.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.
- ARNON, D. I. Copper enzyme in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, Minneapolis, v. 24, n.1, p. 1-15, 1949.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78).
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VARVEL, G. E. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. *Agronomy Journal*, Madison, v. 86, p. 934-938, 1994.
- BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; FURLANI JÚNIOR, E.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: medida

indireta de clorofila. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: FCAV/Capes/Fundunesp, 2008. p. 135-160.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p. (Documentos, 15).

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino estatístico. Rev. Cien. Symposium, 6: 36-41, 2008.

FREITAS, J. M. N. Efeito de três diferentes formulações de NPK sobre a fisiologia e a produção de plantas de cordilina baby (*Cordyline terminalis* (L.) Kunth, cv. Baby Doll). 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and ecophysiological investigations. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 32, p. 154-156, 1974.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. Goiabeira: calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22 p.

PRADO, C. H. B. A.; CASALI, C. A. Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição. Barueri: Manole, 2006. 448 p.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1637-1645, 2004.

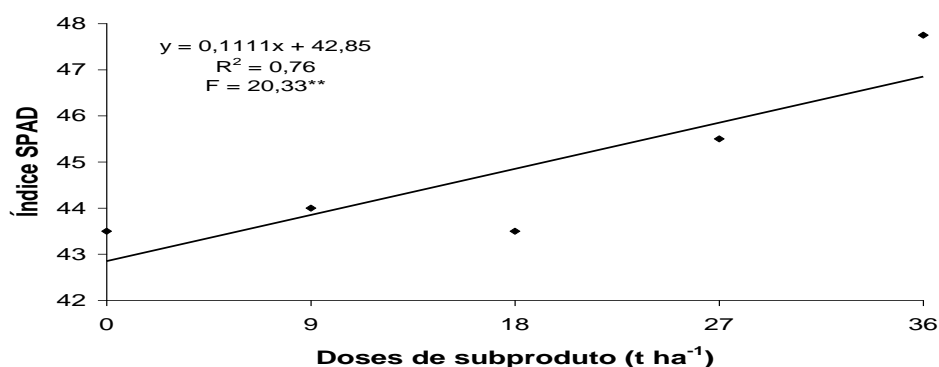
SHAAHAN, M.M.; EL-SAYED, A.A.; ABOU EL-NOUR, E.A.A. Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. *Scientia Horticulturae*, Amsterdã, v. 82, p. 339-348, 1999.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo da área experimental

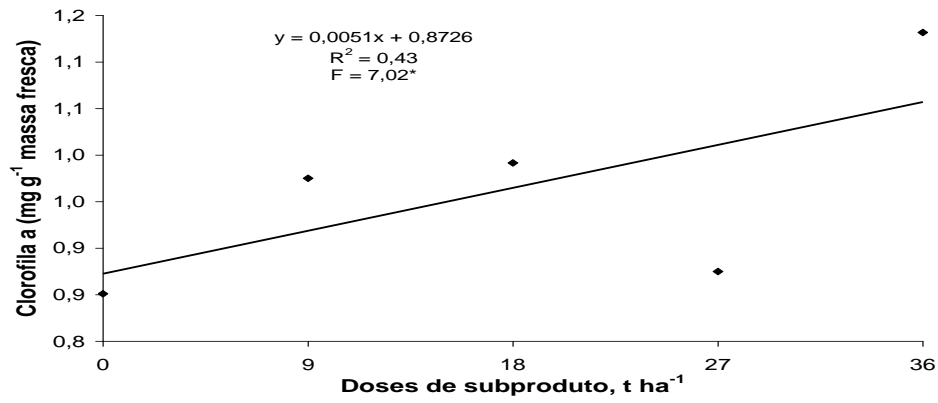
| Amostra       | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | M.O.<br>g dm <sup>-3</sup> | P<br>(resina)<br>-- mg dm <sup>-3</sup> -- | S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | K   | Ca | Mg | (H+Al)<br>-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- | SB   | T    | Al  | V<br>% |
|---------------|----------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|-----|----|----|---|------|------|-----|--------|
| Projeção copa | 5,3                        | 11                         | 8  | 1                               | 2,7 | 18 | 6  | 16  | 26,7 | 42,7 | 0,0 | 63     |

**Tabela 2.** Teores de macro e micronutrientes no resíduo empregado no experimento

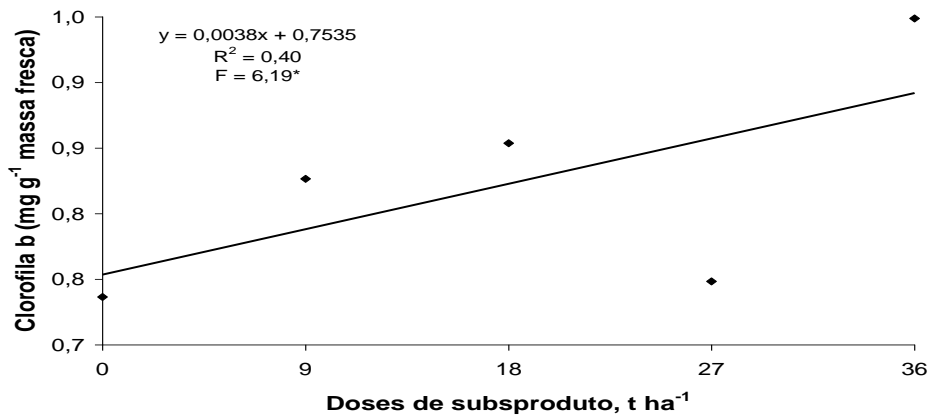
| Amostra | N                              | C   | P   | K   | Ca  | Mg  | S                               | B  | Cu | Fe  | Mn | Zn | C/N |
|---------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|----|----|-----|----|----|-----|
|         | ----- g kg <sup>-1</sup> ----- |     |     |     |     |     | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |    |    |     |    |    |     |
| Resíduo | 11,6                           | 290 | 2,1 | 2,3 | 0,8 | 0,9 | 1,3                             | 10 | 10 | 150 | 12 | 28 | 25  |



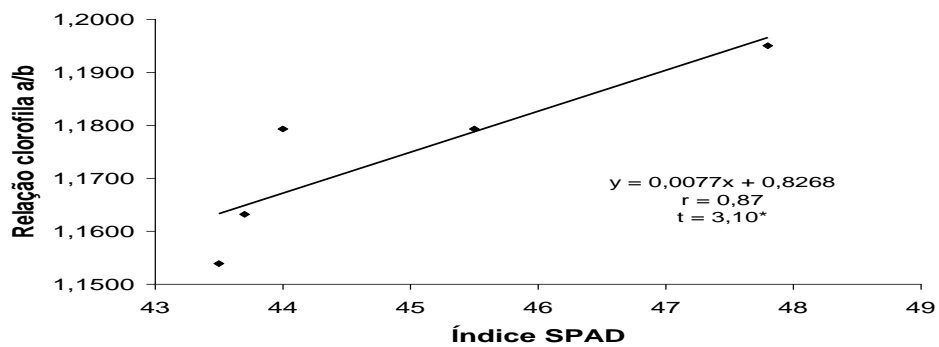
**Figura 1.** Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD, em pomar de goiabeiras. \*\* - significativo a 1%.



**Figura 2.** Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a clorofila *a*, em pomar de goiabeiras. \* - significativo a 5%.



**Figura 3.** Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a clorofila *b*, em pomar de goiabeiras. \* - significativo a 5%.



**Figura 4.** Correlação entre o índice SPAD e a relação clorofila *a/b*, em pomar de goiabeiras. \* - significativo a 5%.