

## Utilização do colorímetro como medidor portátil de clorofila em folhas de milho

Using the colorimeter as a portable chlorophyll meter in corn leaves

Tiago Roque Benetoli da Silva<sup>1\*</sup>, Jaqueline Cazado Felix<sup>2</sup>, Rafaela Alenbranth Migliavacca<sup>3</sup>,  
Douglas Seijum Kohatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus de Umuarama, Umuarama, PR, Brasil. Autor para correspondência: trbsilva@uem.br

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, PR, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil.

---

### RESUMO

Análises não destrutivas no tecido vegetal podem ser realizadas com os mais diversos aparelhos. Um dos mais usados na medida indireta da clorofila é o clorofilômetro. No entanto, podem existir outros aparelhos que realizem essa medição. O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de correlação entre a leitura realizada pelo clorofilômetro com a leitura realizada pelo colorímetro. Para isso, foi instalado um experimento em delineamento em blocos casualizados, cujos tratamentos consistiam na aplicação de doses de nitrogênio em milho. As leituras, tanto do clorofilômetro quanto as do colorímetro, foram realizadas no florescimento pleno, nas folhas acima e oposta a espiga. Pode-se observar a existência de correlação positiva significativa entre as leituras realizadas pelo clorofilômetro e colorímetro nas folhas do milho, em seu florescimento pleno.

**Palavras-chave:** SPAD 502, Chroma Meter-10, *Zea mays*.

---

### ABSTRACT

Non destructive analysis in plant tissue can be performed with many more devices. One of the most used in the indirect measurement of chlorophyll is chlorophyll. However, there may be other devices that perform this measurement. The objective of this study was to verify the correlation between chlorophyll meter reading with reading by colorimeter. For this, an experiment in a randomized block design, the treatments consisted nitrogen application in maize was installed. The readings, both chlorophyll as colorimeter, were carried out in full bloom, and the leaves above the ear opposite. It can be observed that there is significant positive correlation between the readings taken by the colorimeter and chlorophyll in maize leaves in full flowering.

**Keywords:** SPAD 502, Chroma Meter-10, *Zea mays*.



## INTRODUÇÃO

A determinação da clorofila em tecidos vegetais é tradicionalmente realizada pela extração dos solutos foliares e posterior determinação espectrofotométrica, utilizando comprimentos de onda na região do vermelho do espectro de luz visível (Zotarelli et al., 2003). Entretanto essa determinação é realizada em laboratório, constituindo-se em determinação destrutiva e com maior demanda de tempo.

A análise do teor de clorofila em plantas tem sido feita através da medida indireta por medidores portáteis de clorofila, como o aparelho SPAD 502, o qual realiza leituras de forma rápida e não destrutiva (Teixeira et al., 2004; Silva-Lobo et al., 2012). Nas folhas de milho, a concentração de clorofila e as leituras fornecidas pelo SPAD-502 estão positivamente correlacionadas (Argenta et al., 2001). O teor relativo de clorofila na folha, apresenta baixa sensibilidade ao consumo de luxo de nitrogênio, por isso vem sendo considerado como indicador do nível deste nutriente na folha (Rambo et al., 2008).

Rambo et al. (2011) avaliando o uso do clorofilômetro SPAD 502, como índice nutricional indireto no milho, verificaram que entre os índices avaliados, o teor relativo de clorofila é um dos que mais fortemente estão associados à produtividade de grãos e um dos indicadores mais precisos para se estimar a necessidade de adubação nitrogenada na cultura do milho.

O colorímetro, aparelho portátil, também pode ser utilizado para a avaliação não destrutiva da coloração de tecidos vegetais, pois é usado comumente em frutos, conforme trabalho de Amarante et al. (2007). Esse equipamento possui dois sensores internos, um que mede a luz refletida da superfície do tecido vegetal e outro sensor que mede a luz da fonte de iluminação. A fonte de luz do equipamento gera radiação difusa e o sensor interno recebe a luz refletida verticalmente pela superfície do tecido no espaço de cores, proporcionando leituras de índices  $L$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , calculando-se o  $C$  e  $h$ , que indicam valores de luminosidade ('lightness'), cromaticidade e ângulo 'hue', respectivamente (McGuire, 1992).

O objetivo desse trabalho foi verificar a existência de correlação entre as leituras realizadas pelo clorofilômetro e colorímetro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Fazenda da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama-PR, sendo o solo utilizado classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013).

As parcelas foram constituídas de vasos com capacidade de 15 litros, sendo planta por vaso após o desbaste. O híbrido utilizado foi o DKB 390PRO. A semeadura foi realizada em fevereiro de 2012. O solo coletado apresentou pH de 4,2, 2,3 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, 1,38; 0,13; 1,0; 0,0 e 6,78 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, K, Mg, Al e Capacidade de Troca Catiônica respectivamente. Em análise granulométrica, observou-se 819,34 e 147 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. Foi realizada adubação de semeadura em função da análise de solo e recomendações para milho, de Cantarella e van Raij (1997).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por doses de nitrogênio de liberação lenta (0, 50, 100, 150 e 200 mg L<sup>-1</sup>). A fonte foi o fertilizante Sulfammo®, aplicado em cobertura, sem incorporação, cuja composição foi de 22% de N, 18% de K<sub>2</sub>O, 4% de Ca, 2% de Mg, 7% de S, suprimindo a necessidade de micronutrientes.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em uma única aplicação, quando o milho se encontrava no estádio V<sub>5</sub>, ou seja, as plantas estavam com cinco folhas totalmente expandidas, conforme a recomendação de Fancelli e Dourado Neto (2004). O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente com o surgimento da infestação.

No florescimento pleno das plantas de milho, foi avaliado o teor de clorofila nas folhas, por meio do medidor portátil de clorofila (clorofilômetro, SPAD 502), na folha acima e oposta à espiga (Malavolta et al., 1997).

A determinação dos parâmetros de cor foi realizada em colorímetro Konica Minolta (Chroma Meter-10), de modo que na colorimetria de reflexão, o valor  $L^*$  significa luminosidade em um eixo de 0 a 100 (do preto ao branco).

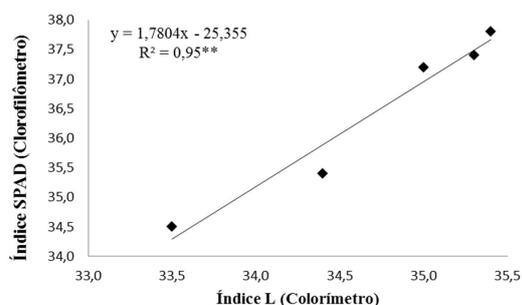
Os dados foram analisados por meio de correlação linear simples, usando-se 1% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 que existe correlação positiva significativa entre as leituras realizadas pelo medidor de clorofila e colorímetro. O coeficiente de correlação é elevado (0,95), indicando ser possível utilizar o colorímetro para medir o teor de clorofila de maneira indireta.

As leituras efetuadas pelo medidor de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias de clorofila (Minolta Camera, 1989). No Brasil, experimentos utilizando este aparelho para a cultura de milho têm visado à sua calibração, mediante obtenção dos teores de clorofila com metodologia padrão em laboratório (Zotarelli et al., 2003). A intensidade de cor verde é detectada no aparelho através da quantidade de luz absorvida pela folha, o que indica indiretamente o teor de clorofila (Swiader e Moore, 2002). Já o colorímetro, em seus valores de L, permitem detectar alterações na tonalidade (McGuire, 1992).

Amarante et al. (2010) em seu trabalho avaliando a quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos não destrutivos, verificaram que a utilização do colorímetro foi eficiente para determinar a tonalidade das folhas e a quantidade de clorofila. Em função dessa leitura, a medição indireta do teor de clorofila pode ser realizada em ambos os aparelhos.



**Figura 1.** Relação entre a leitura do clorofilômetro e a leitura do colorímetro, realizada na folha de milho. \*\* = significativo a 1% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÃO

Existe correlação positiva significativa entre as leituras realizadas pelo clorofilômetro e colorímetro nas folhas do milho, avaliadas em seu florescimento pleno.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C.V.T., STEFFENS, C.A., MOTA, C.S. & SANTOS, H.P., 2007. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras ‘Royal Gala’ cobertas com telas antigranizo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 42, no. 7, pp. 925-931. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700003>.
- AMARANTE, C.V.T., STEFFENS, C.A., SANGOI, L., ZANARDI, O.Z., MIQUELOTO, A. & SCHWEITZER, C., 2010. Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 9, no. 1, pp. 39-50.
- ARGENTA, G., SILVA, P.R.F., BARTOLINI, C.G., FORSTHOFER, E.L. & STRIEDER, M.L., 2001. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, vol. 13, no. 2, pp. 158-167. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>.
- CANTARELLA, H. & VAN RAIJ, B., 1997. Cereais. In: B. VAN RAIJ, H. CANTARELLA, J.A. QUAGGIO & A.M.C. FURLANI, *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, pp. 45-71. Boletim Técnico, 100.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2013. *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ. 353 p.
- FANCELLI, A.L. & DOURADO NETO, D., 2004. *Produção de milho*. 2. ed. Guaíba: Livrocere. 360 p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A., 1997. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos. 308 p.
- MCGUIRE, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, vol. 27, no. 12, pp. 1254-1255.
- MINOLTA CAMERA, 1989. *Manual for chlorophyll meter SPAD 502*. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments Divisions. 22 p.

- RAMBO, L., SILVA, P.R.F., STRIEDER, M.L., DELATORRE, C.A., BAYER, C. & ARGENTA, G., 2008. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, vol. 43, no. 3, pp. 401-409. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300016>.
- RAMBO, L., SILVA, P.R.F., STRIEDER, M.L., SILVA, A.A., SANGOI, S. & VIEIRA, V.M., 2011. Índices nutricionais de N e produtividade de milho em diferentes níveis de manejo e de adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, vol. 46, no. 4, pp. 390-397. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400008>.
- SILVA-LOBO, V.L., FILIPPI, M.C.C., SILVA, G.B., VENANCIO, W.L. & PRABHU, A.S., 2012. Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de brusone nas panículas em arroz de terras altas. *Tropical Plant Pathology*, vol. 37, no. 1, pp. 83-87. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762012000100011>.
- SWIADER, J.M. & MOORE, A., 2002. SPAD-chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 25, no. 4, pp. 1089-1100.
- TEIXEIRA, I.R., BORÉM, A., ANDRADE, M.J.B., GIÚDICE, M.P.D. & CECON, P.R., 2004. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 26, no. 2, pp. 147-152. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i2.1876>.
- ZOTARELLI, L., CARDOSO, E.G., PICCININ, E.G., URQUIAGA, S., BODDEY, M., TORRES, E. & ALVES, B.J., 2003. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, vol. 38, no. 9, pp. 1117-1122. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900014>.