



CLOROFILA E O TEOR DE NITROGÊNIO EM VARIEDADES DE MILHO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO EM MUZAMBINHO/MG

Carolina de L. T. PODESTÁ¹; Otavio D. GIUNTI²; Thiago C. de OLIVEIRA³; Anastácia FONTANETTI⁴; Ariana V. SILVA⁵; Marcelo BREGAGNOLI⁶; Guilherme V. TEIXEIRA⁷; Breno F. BATISTON⁸

RESUMO

O milho é um dos principais cereais cultivados, e há um nicho de mercado relativo à sua produção orgânica. Seu rendimento é associado à radiação solar captada. O delineamento estatístico utilizado foi o DBC, com 7 variedades e 4 repetições, com 28 parcelas, sendo avaliadas 5 variedades comerciais e 2 crioulas, sendo analisados os índices de clorofila com medidor portátil ClorofiLOG e os teores de nitrogênio. Observou-se baixa correlação quanto o índice de clorofila e o teor de nitrogênio das folhas das diferentes variedades de milho estudadas.

INTRODUÇÃO

O milho é apontado como um dos principais cereais cultivados em todo o mundo e, segundo Duarte (2001) esse crescimento tem ocorrido acompanhando a

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: carolinatejada@bol.com.br;

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: otavio.giunti@muz.ifsuldeminas.edu.br;

³ Universidade de São Paulo – Centro de Energia Nuclear na Agricultura - E-mail: thiagocardoso2202@gmail.com;

⁴ Universidade de São Carlos – *Campus* Araras. Araras/SP - E-mail: anastacia@cca.ufscar.br;

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: ariana.silva@muz.ifsuldeminas.edu.br;

⁶ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: marcelo.bregagnoli@ifsuldeminas.edu.br;

⁷ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: guivteixeiramb@gmail.com;

⁸ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: brenomvg@hotmail.com.

demanda da alimentação animal, principalmente de aves e suínos, sendo os grãos de milho ingredientes essenciais para a composição de ração das mesmas.

Porém, neste cenário há um nicho de mercado que deve ser atendido, que diz respeito à produção orgânica de sementes de milho. Sendo que, de acordo com Brasil (2011), a Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 diz que, desde dezembro de 2013, mas com adiamento para 2016, a produção orgânica só pode ser atendida através da utilização de sementes orgânicas.

Andrade (1995) aponta que a capacidade de rendimento de grãos de milho está associada à quantidade de radiação solar incidente, da eficiência na interceptação e conversão dessa radiação em fitomassa e posterior partição eficaz dos fotoassimilados, contribuindo para elevadas produções em áreas de elevada altitude, em regiões tropicais, uma vez que temperaturas noturnas amenas e dias quentes favorecem o incremento de matéria seca.

Driscoll et al. (2006) concluíram que a quantificação do conteúdo de clorofilas em folhas de milho é importante no estudo de resposta das plantas às técnicas de nutrição e manejo que visam aumentar o potencial fotossintético e a produtividade.

Streit et al. (2005) definem as clorofilas como pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH. Assim, são estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, em consequência, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes.

Presentes nos vegetais superiores nas formas a e b, as clorofilas são constantemente sintetizadas e destruídas em processos influenciados por fatores internos e externos às plantas. Entre os fatores externos o nitrogênio (N) se destaca por integrar a estrutura molecular das plantas e também por atuar em alguma etapa das reações que levam à síntese desses pigmentos (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Gil et al. (2002) concluíram que a concentração de clorofila das folhas correlaciona-se positivamente com a concentração foliar de N uma vez que 70% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos que participam da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila e influenciam o desenvolvimento e a produção das culturas.

Arnon (1949) estabeleceu que o método tradicional para a determinação do conteúdo de clorofilas em folhas é realizado via maceração com acetona, ou outro solvente orgânico e posterior leitura em espectrofotômetro. Porém, esse método resulta na coleta destrutiva do material vegetal e é demorado.

Richardson et al. (2002) apontam que, com o advento dos medidores portáteis, que utilizam princípios ópticos não destrutivos, baseados na absorbância e/ou refletância da luz pelas folhas, a determinação de clorofilas tornou-se fácil e rápida, podendo ser realizada no campo.

O objetivo deste trabalho foi analisar os índices de clorofila e de nitrogênio em folhas de milho, com o uso de técnica não destrutiva visando estabelecer correlações entre estes fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no IFSULDEMINAS – *Campus Muzambinho*, no ano agrícola de 2014/2015 em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, situado a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" S e longitude 46°31'32" W. O clima é do tipo Cwb segundo Köppen (1948), clima tropical de altitude. A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

O delineamento estatístico utilizado foi o DBC, sendo sete variedades, com 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Foram testadas cinco variedades comerciais e duas variedades tradicionais (crioulas).

Baseado nos resultados da análise química dos solos elevou-se a saturação de bases para 70% e para a adubação do milho utilizou-se 14,5 t ha⁻¹ de composto orgânico (PEREIRA et al., 2011; CORRÊA et al., 2011), distribuído na linha de semeadura.

As sementes utilizadas tanto das variedades comerciais como das tradicionais não receberam tratamento. O controle das plantas espontâneas foi através de capina e para lagartas foi realizada uma aplicação de Dipel® na dose de 500 g ha⁻¹.

Para mensuração da clorofila utilizou-se o ClorofiLOG (FALKER, 2008), aparelho que utiliza fotodiodos emissores em três comprimentos de onda ($\lambda=635$; 660nm; 880nm). Um sensor inferior recebe a radiação transmitida através da estrutura foliar. A partir desses dados, o aparelho fornece valores chamados Índice de Clorofila Falker (ICF) proporcionais à absorbância das clorofilas.

Seguindo o proposto por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para amostragem de leitura do ICF e para a determinação do N em laboratório, coletou-se a folha oposta e abaixo da espiga, no aparecimento da inflorescência feminina (cabelo), sendo amostradas 10 folhas por parcela. As amostras foram secas em estufa e moídas em moinho tipo Willey e analisadas quimicamente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o Teste F de Fisher, ao nível de 95% de confiança. Posteriormente, para as causas de variação significativas foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 95% (PIMENTEL-GOMES, 1990). Os teores de nitrogênio e o índice de clorofila total foram submetidos à análise de correlação. As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos índices de clorofila A, B e Total, bem como os teores foliares de nitrogênio das plantas de milho encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Índices de Clorofila A, B e Total e Teor de Nitrogênio de plantas milho cultivadas no sistema orgânico em Muzambinho, safra 2014/2015.

Cultivar	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total		Teor de Nitrogênio	
	ICF		ICF		ICF		g Kg ⁻¹	
Avare	40,42	a	16,65	a	56,99	a	27,85	a
Band	38,99	a	15,48	ab	54,47	a	26,75	a
Cativ	39,27	a	16,14	ab	55,42	a	25,57	a
Pirat	40,32	a	16,10	ab	56,42	a	26,22	a
Sober	40,57	a	15,76	ab	56,33	a	27,80	a
SR1	38,46	a	13,67	b	52,13	a	29,15	a
SR2	40,30	a	14,50	ab	54,80	a	27,95	a
DMS	3,69		2,62		5,36		4,19	
CV (%)	3,97		7,26		4,15		6,56	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 95% de confiança.

Fonte: Autor, experimento de campo, safra 2014/2015.

Dentro das variáveis analisadas, apenas o índice de clorofila B diferiu de maneira mais significativa considerando os valores estatísticos indicados no teste, sendo a variedade Avaré a que apresentou o maior índice e a variedade SR1 a de menor índice.

Macmahon et al. (1991) concluiu que, a qualidade espectral é fator importantíssimo na fisiologia da fotossíntese. O tipo, quantidade e incorporação de carotenoides e outros pigmentos acessórios dentro do aparato fotossintético dependem da qualidade e quantidade de luz.

Streit et al. (2005) relatam que, além dos fatores ambientais, a produção de clorofila A e B dependem também de fatores genéticos, da planta e do cloroplasto, para indicar o tipo e a quantidade de pigmento a ser produzido.

Logo, as variações observadas nos índices de clorofila observados são resultados de características ambientais e genéticas das plantas estudadas.

O teor de nitrogênio e o índice de clorofila total não apresentaram diferença estatística e nem um alto grau de correlação. Verificou-se um coeficiente $r = 0,42$, considerado baixo, evidenciando que não houve correlação entre o índice total de clorofila e o teor de nitrogênio na folha.

Os teores foliares de N em todos os tratamentos apresentaram-se dentro da faixa adequada de 27,5 a 32,5 g kg⁻¹ para a cultura no milho, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Argenta et al. (2001), em trabalho analisando a correlação do índice de clorofila, do teor real de clorofila e do teor de nitrogênio em diferentes estádios de desenvolvimento de plantas de milho, observaram que a leitura realizada com clorofilômetro estima com boa precisão o teor de clorofila na folha de milho e apresenta as vantagens de maior rapidez, menor custo e de não implicar em destruição de folhas, porém para avaliação do nível de N na planta nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho (seis a sete folhas), a leitura realizada com o clorofilômetro não foi muito precisa.

CONCLUSÕES

Observou-se baixa correlação quanto o índice de clorofila e o teor de nitrogênio das folhas das diferentes variedades de milho estudadas, sendo assim, o fator variedade não foi significativo para as variáveis estudadas.

Outros fatores são responsáveis pela absorção e teor de nitrogênio na folha e para o índice de clorofila.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v.41, p.1-12, 1995.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v.13, n.2, p.158-167, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v.24, p.1-15, 1949.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011**. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2015.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.354-363, abr-jun, 2011.

DRISCOLL, S. P.; PRINS, A.; OLMOS, E.; KUNERT, K. J.; FOYER, C. H. Specification of adaxial and abaxial stomata, epidermal structure and photosynthesis to CO₂ enrichment in maize leaves. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.57, n.2, p.381-390, 2006.

DUARTE, A.P. Como fazer uma boa segunda safra. **Cultivar Grandes Culturas**. ano III, n.25. Pelotas-RS. 2001.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila** (ClorofiLOG/CFL 1030). Porto Alegre, 2008. 33p.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. 69p.

GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.20, n.4, p.611-615, 2002.

HALL, D. O.; RAO, K. K. **Coleção Temas de Biologia**: Fotossíntese. Editora Pedagógica e Universitária Ltda, São Paulo. 1980. 89p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

MACMAHON, M. J.; KELLY, J. W.; DECOTEAU, D. R.; YOUNG, R.E.; POLLOCK, R.K. Growth of *Dendranthema x Grandiflorum* (Ramat.) Kitamura under various spectral filters. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.116, 1991. p.950-954.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, p.191-200, 2011.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. USP/ESALQ, Piracicaba. 1990. 468p.

RICHARDSON, A. D.; DUIGAN, S. P.; BERLYN, G. P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytologist**, Lancaster, v.153, n.1, p.185-194, 2002.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, mai-jun, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 705p.