



CLOROFILA E O TEOR DE NITROGÊNIO EM VARIEDADES DE MILHO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO EM ARARAS/SP

Otávio D. GIUNTI¹; Thiago C. de OLIVEIRA²; Anastácia FONTANETTI³; Ariana V. SILVA⁴; **Breno F. BATISTON⁵**; Marcelo BREGAGNOLI⁶; Carolina de L. T. PODESTÁ⁷; Guilherme V. TEIXEIRA⁸

RESUMO

A eficiência fotossintética do milho depende de fatores genéticos e ambientais. O delineamento estatístico utilizado foi o DBC, com 7 variedades e 4 repetições, totalizando 28 parcelas, sendo analisadas 5 variedades comerciais e 2 variedades crioulas. Foram avaliados os índices de clorofila Falker (ICF) com um medidor portátil e o teor de nitrogênio nas folhas. Observou-se correlação moderada quanto o índice de clorofila e o teor de nitrogênio das folhas, independente das variedades de milho estudadas.

INTRODUÇÃO

De acordo com Andrade (1995) a eficiência fotossintética do milho depende de fatores genéticos e, principalmente ambientais, como luz, temperatura, CO₂, disponibilidade hídrica e status nutricional da planta.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: otavio.giunti@muz.ifsuldeminas.edu.br;

² Universidade de São Paulo – Centro de Energia Nuclear na Agricultura - E-mail: thiagocardoso2202@gmail.com;

³ Universidade de São Carlos – *Campus* Araras. Araras/SP - E-mail: anastacia@cca.ufscar.br;

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: ariana.silva@muz.ifsuldeminas.edu.br;

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho. Muzambinho/MG - E-mail: brenomvg@hotmail.com;

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: carolinatejada@bol.com.br;

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

Sistemas de agricultura orgânica podem beneficiar em especial pequenos produtores que tradicionalmente não utilizam os insumos disponibilizados com a “revolução verde” (CRUZ et al., 2006), e neste cenário há um nicho de mercado que deve ser atendido, que diz respeito à produção orgânica de sementes de milho.

Segundo Brasil (2011), na Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011, desde dezembro de 2013, mas com adiamento para 2016, a produção orgânica só pode ser atendida através da utilização de sementes orgânicas.

Durães et al. (2005) mostraram que água e nitrogênio podem ser monitorados pelo conteúdo de clorofila e de parâmetros fotoquímicos de fotossíntese, e também afirmam que o conteúdo de clorofila constitui parâmetro importante para avaliar diferenças genotípicas e o estado nutricional de milho.

A quantificação do conteúdo de clorofilas em folhas de milho é um dos parâmetros importantes no estudo de resposta das plantas às técnicas de nutrição e manejo que visam aumentar o potencial fotossintético e a produtividade, segundo Driscoll et al. (2006).

De acordo com Gil et al. (2002), 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 produção das culturas.

Arnon (1949) estabelece 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) concluem que, com o advento dos medidores portáteis, que utilizam princípios ópticos não destrutivos, baseados na absorvância 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 cultivado no sistema orgânico, com o uso de técnica não destrutiva, visando estabelecer correlações entre estes fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UFSCar, no centro de Ciências Agrárias, em Araras/SP, no ano agrícola de 2014/2015 num Latossolo Vermelho-escuro, numa

altitude de 660 m, latitude 22°18'27,53"S e longitude 47°23'8,79" W. O clima é do tipo Cfa segundo Köppen (1948), temperado húmido com verão quente. A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 20,3°C e 1.312 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 do composto orgânico, distribuído na linha de semeio, segundo Pereira et al. (2011) e Corrêa et al. (2011).

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 ($\lambda = 635$ nm; 660 nm; 880 nm). 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 absorvância 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 Araras/SP, safra 2014/2015.

Cultivar	Clorofila A		Clorofila B		Clorofila Total		Teor de Nitrogênio	
	IC		IC		IC		g Kg ⁻¹	
Avare	41,81	a	13,86	ab	55,67	a	24,25	a
Band	41,79	a	14,03	ab	55,83	a	22,90	a
Cativ	41,95	a	14,31	ab	56,27	a	21,82	a
Pirat	42,09	a	14,53	a	56,62	a	23,65	a
Sober	41,58	a	14,41	ab	55,99	a	23,22	a
SR1	40,13	a	11,99	b	52,12	a	22,25	a
SR2	40,10	a	12,15	ab	52,25	a	22,57	a
DMS	3,15		2,45		5,22		3,70	
CV (%)	3,26		7,70		4,06		6,90	

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 de comparação de médias, sendo a variedade Piratininga a que apresentou o maior índice e a variedade SR2 a de menor índice.

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

O índice de clorofila total não diferiu de maneira significativa considerando os valores estatísticos apresentados no teste para as variedades estudadas. O mesmo comportamento foi observado quanto ao teor de nitrogênio nas folhas.

Analisando a correlação do índice de clorofila total com o teor de nitrogênio na folha, observou-se um grau significativo de correlação. Verificou-se um coeficiente $r = 0,69$, considerado moderado.

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

Hall e Rao (1980) concluem que conforme o pigmento, diferente é a faixa espectral absorvida para desencadear o processo fotossintético. A clorofila A tem

absorção máxima na faixa do azul e vermelho, onde está o espectro de ação para a fotossíntese. A clorofila B e os carotenos absorvem na faixa do azul e ultravioleta.

Streit et al. (2005) afirmam 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 B observados são resultados de características ambientais e genéticas das plantas estudadas. A determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila. Dentre essas, destacam-se: a leitura pode ser realizada em poucos minutos; o aparelho tem custo mínimo de manutenção, ao contrário de outros testes que exigem compra sistemática de produtos químicos.

Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) relatam que não há necessidade de envio de amostras para laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias, sem destruição de folhas.

CONCLUSÕES

Observou-se correlação moderada quanto o índice de clorofila e o teor de nitrogênio das folhas, independente das variedades de milho estudadas, evidenciando que o fator variedade não é o mais significativo quanto ao teor de nitrogênio. O manejo da adubação nitrogenada poderá ser um fator relevante para novos estudos, quanto à fonte, dose, época e local de aplicação do nitrogênio para a planta.

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.

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.

CRUZ, J. C. et al. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Embrapa Sorgo e Milho, 2006. 17p. (Circular Técnica, 81).

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.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; GAMA, E. E. G.; OLIVEIRA, A. C. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.3, p.355-361, 2005.

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.; CECON, 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. 89p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 1980. 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.; DUGAN, 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.