

TAXA FOTOSSINTÉTICA E TEOR DE CLOROFILA EM MILHO SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES DE ÁGUA E NITROGÊNIO

Solange FRANÇA¹, Homero BERGAMASCHI², Luís Mauro Gonçalves da ROSA², Pedro Gabert PEREIRA³, João Ito BERGONCI⁴,

Introdução

Juntamente com o dióxido de carbono, a água é substância necessária para a fotossíntese. Contudo, não é a pequena quantidade de água utilizada na fotossíntese como reagente que a torna um fator limitante significativo, mas sim a grande quantidade necessária para manter a hidratação do protoplasma. Com déficit hídrico, a atividade fotossintética se reduz, paralelamente à diminuição do volume celular e conjuntamente com o declínio da turgescência (LARCHER, 2000).

O fato do nitrogênio ser um elemento importante, especialmente para a Rubisco e para a biossíntese de clorofila, faz com que situações limitantes desse mineral resultem em redução na taxa fotossintética (STRZALKA & KETNER, 1997).

O conteúdo de clorofila e de Rubisco elevam-se proporcionalmente com o aumento de nitrogênio na folha. Há, também, evidências que indicam uma proporcionalidade entre a parcela máxima de CO₂ assimilada por unidade de área foliar e o montante de nitrogênio por unidade de área foliar (MAE, 1997). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes disponibilidades de água e nitrogênio, aplicadas ao milho, sobre o teor de clorofila e a taxa fotossintética.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS. O delineamento experimental foi em faixas, com quatro repetições, onde foram combinados dois níveis de água a dois níveis de nitrogênio (N). Os níveis de água foram obtidos em função de um gradiente de aspersão, em parcelas com dimensões de 3 m de largura e 20 m de comprimento, sendo que cada parcela era composta por quatro fileiras de milho. Para cada lado da linha de aspersores, foram aplicadas cinco lâminas decrescentes de água, cujos extremos foram I4, correspondente à dose de água necessária para manter o solo próximo à capacidade de campo, e I0 cujas parcelas não foram irrigadas.

Os dois níveis de nitrogênio (N0 - 40 kg ha⁻¹ e N1 - 160 kg ha⁻¹) foram aplicados no milho em subparcelas de 10 m de comprimento, dentro de cada tratamento de água. Em ambos os níveis foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na base, juntamente com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 160 kg ha⁻¹ de K₂O. No nível mais elevado de N, efetuou-se duas aplicações de 60 kg ha⁻¹ de N mineral em cobertura, sob a forma de uréia, quando o milho apresentava 4 e 8 folhas expandidas.

O milho (híbrido Pioneer 3063) foi semeado em 04 de novembro de 1999, com distância entre linhas de 0,75 m, densidade de 5 plantas por metro linear, obtendo-se uma população de 66.000 plantas ha⁻¹.

Foram efetuadas medições da taxa fotossintética líquida (Aco₂) nos tratamentos I4 e I0, aos 52 e 65 dias após a emergência (DAE), com um analisador de gases infra-vermelho – IRGA, portátil (LI-6400, Licor Inc., Lincoln, NE), no período entre 10 e 14 h, em dias de céu limpo, em uma folha por planta, sendo geralmente a terceira a partir do estrato superior da planta.

A determinação do teor de clorofila foi feita nas mesmas folhas em que se determinou a taxa fotossintética, coletando-se seis discos foliares de 1 cm de diâmetro no terço mediano da folha, os quais foram colocados em vidros envoltos em papel alumínio contendo 20 ml de álcool 96° (P.A.), e armazenados por 4 dias em local fresco, seco e escuro. Após a extração, foi realizada a leitura de absorvância em espectrofotômetro (Beckman, DU – 65, Fullerton, CA.), nos comprimentos de onda de 649 e 665 nm. A concentração de clorofila (µg ml⁻¹) do extrato foi obtida através das equações de WINTERMANS e De MOTS (1965).

Para a análise de variância (ANOVA) utilizou-se o software estatístico SAS (System Analysis Statistic). Quando encontradas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo método de mínimos quadrados.

Resultados e discussão

O teor de clorofila total é apresentado na Figura 1, onde se observa que os maiores teores ocorreram nos tratamentos sem deficiência hídrica (I4 N1 e I4 N0), em comparação aos tratamentos com deficiência hídrica (I0 N1 e I0 N0). No entanto, quando se considera a mesma disponibilidade de água, os maiores teores de clorofila ocorreram nos tratamentos com maior disponibilidade de N (N1).

A resposta da fotossíntese ao teor de clorofila foliar está representada na Figura 2. Observa-se que, com aumentos no teor de clorofila na folha, a taxa de fotossíntese tende a aumentar. Assim, o teor de clorofila na folha e a taxa de fotossíntese foram menores nos tratamentos que se encontravam em déficit hídrico do que naqueles sem restrição hídrica.

Devido ao déficit hídrico acentuado, aos 52 DAE as diferenças foram mais evidentes entre os tratamentos, com taxas de fotossíntese muito baixas nas plantas não irrigadas. Aos 65 DAE, quando o déficit foi reduzido, a fotossíntese nas plantas não irrigadas aumentou, mesmo com teor de clorofila semelhante ao observado aos 52 DAE. As precipitações ocorridas no intervalo entre as

¹ Dr. pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRGS. Bolsista Recém-Doutor do CNPq, Embrapa Trigo. E-mail: solafranca@yahoo.com.br

² Dr. Prof. da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Bolsista do CNPq.

³ M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRGS.

⁴ Dr. Prof. do Departamento de Botânica da UFRGS. Bolsista do CNPq.

medições ocasionaram recuperação da fotossíntese a valores altos, mesmo mantendo o teor de clorofila em níveis semelhantes, comparado ao período no qual a limitação hídrica foi acentuada. Isto sugere que a limitação da fotossíntese está associada, principalmente, à menor condutância estomática.

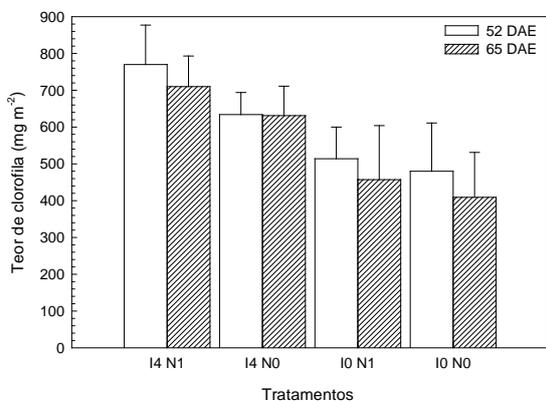


Figura 1. Teor de clorofila total em milho, em quatro tratamentos (I4 = irrigado, I0 = não irrigado, N1 = 160 kg ha⁻¹ de N, N0 = 40 kg ha⁻¹ de N), aos 52 e 65 DAE. Eldorado do Sul, RS, 1999/2000.

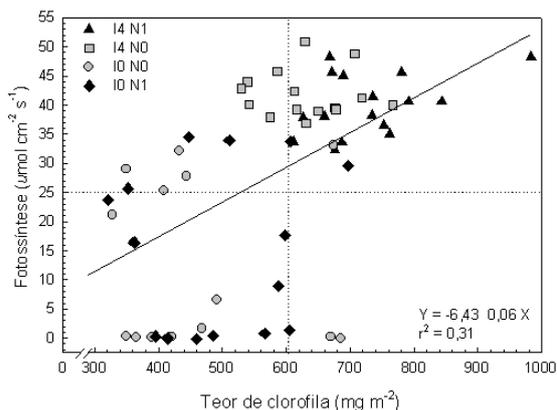


Figura 2. Taxa fotossintética em função do teor de clorofila, em quatro tratamentos (I4 = irrigado, I0 = não irrigado, N1 = 160 kg ha⁻¹ de N, N0 = 40 kg ha⁻¹ de N), aos 52 e 65 DAE. Eldorado do Sul, RS, 1999/2000.

O teor de clorofila apresentou diferenças significativas entre os níveis de disponibilidade hídrica e de N aos 52 DAE e entre os níveis de disponibilidade hídrica e de N aos 65 DAE. Na Tabela 1 constata-se que a média dos tratamentos com irrigação (I4) se mostrou superior ao não irrigado (I0). Com relação à disponibilidade de N, o teor de clorofila foi superior para o tratamento com 160 kg ha⁻¹ de N (N1), em comparação ao tratamento com 40 kg ha⁻¹ de N (N0), aos 52 DAE (Tabela 2).

O menor teor de clorofila foliar, encontrado nas plantas submetidas ao déficit hídrico, pode estar relacionado à formação da clorofila, que, de acordo com VIRGIN (1965), é alta com pequeno déficit hídrico nas folhas, mas diminui à medida em que o déficit se torna mais acentuado. Para VIANA et al. (2002) a redução no conteúdo das clorofilas a e b nas folhas de milho ocorre devido ao decréscimo no conteúdo relativo de água, acompanhado por aumentos na resistência estomática.

Tabela 1. Teor de clorofila total em milho sob diferentes níveis de água em duas épocas. Eldorado do Sul, RS, 1999/2000.

Épocas	Níveis de água	Teor de clorofila total (mg m ⁻²)
52 DAE	I4	702,06±109,16 ^A
	I0	497,00±108,55 ^B
65 DAE	I4	670,56±88,43 ^A
	I0	432,81±133,06 ^B

Médias de tratamentos com letras iguais na coluna não diferem significativamente a 5% pelo teste de médias dos quadrados mínimos (LSMEANS), dentro de cada época (DAE)

Média ± desvio padrão

Níveis de água: I4 = irrigado, I0 = não irrigado

DAE = dias após emergência

Tabela 2. Teor de clorofila total em milho sob diferentes níveis de nitrogênio, em duas épocas. Eldorado do Sul, RS, 1999/2000.

Épocas	Níveis de nitrogênio	Teor de clorofila total (mg m ⁻²)
52 DAE	N1	642,06±161,75 ^A
	N0	557,00±126,87 ^B
65 DAE	N1	583,50±174,31 ^A
	N0	519,87±151,91 ^A

Médias de tratamentos com letras iguais na coluna não diferem significativamente a 5% pelo teste de médias dos quadrados mínimos (LSMEANS), dentro de cada época (DAE)

Média ± desvio padrão

Níveis de nitrogênio: N1 = 160 kg ha⁻¹, N0 = 40 kg ha⁻¹

D-AE = dias após emergência

Conclusões

A deficiência hídrica reduz o teor de clorofila total em folhas de milho. Considerando a mesma condição hídrica, os maiores teores de clorofila ocorrem com maior disponibilidade de nitrogênio.

Aumentos no teor de clorofila na folha proporcionam maiores taxas de fotossíntese, sendo estas dependentes da disponibilidade de água e de nitrogênio.

Referências bibliográficas

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.

MAE, T. Physiological nitrogen efficiency in rice: nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. **Plant and Soil**, The Hague, v.196, n.2, p.201-210, 1997.

STRZALKA, K.; KETNER, P. Carbon dioxide. In: PRASAD, M. N. V. **Plant Ecophysiology**. New York: John Wiley & Sons, 1997. p.393-456.

VIANA, M.C.M. et al. Alterações em pigmentos e danos em membranas de milho submetido ao déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2002. 1 CD-ROM.

VIRGIN, H. I. Chlorophyll formation and hídric deficit. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.18, n.4, p.994-1000, 1965.

WINTERMANS, J.F.G.M.; De MOTTS, A. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in etanol. **Biochimica et Biophysica Acta**, Berlin, v.109, p.448-453, 1965.