

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM CONDIÇÕES IRRIGADAS E DE SEQUEIRO ¹

Maria Celuta Machado Viana ², Cristina Generosa de Senna Queiroz ³, José Pires de Lemos Filho ³, Camilo de Lelis Teixeira de Andrade ⁴ e Hortência Maria Abranches Purcino ²

INTRODUÇÃO

As pastagens cultivadas na região de Cerrado na época seca estão sujeitas a uma redução na disponibilidade de água que induz modificações morfológicas, fisiológicas e metabólicas em todos os órgãos das plantas. O déficit hídrico em que as forrageiras são submetidas na época seca pode causar alterações no conteúdo dos pigmentos fotossintéticos. O grupo dos carotenóides inclui os carotenos e xantofilas que atuam como pigmentos acessórios na fotossíntese e estão envolvidos na proteção das membranas dos tilacóides que podem ser facilmente danificadas pelo excesso de energia absorvida pelos pigmentos (Foyer & Harbinson, 1994). Foi observada redução nos teores de clorofila *a* e carotenóides, na razão clorofila *a/b* em cultivar de trigo sensível a seca, submetida há 35 dias sem irrigação (Loggini et al., 1999). A redução no teor de clorofila como consequência do déficit hídrico também foi relatado para milho (Viana, 2000).

A manutenção dos teores de pigmentos em condições de estresse pode ser um bom indicador da capacidade da gramínea forrageira em se adaptar e produzir sob condições de déficit hídrico como os que ocorrem na época seca do ano. A determinação dos pigmentos pode ajudar a explicar o comportamento da planta em relação ao crescimento e utilização da energia luminosa sob condição de déficit hídrico, contribuindo para o manejo correto das pastagens. Este trabalho teve como objetivo avaliar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos em folhas dos capins Pioneiro, Marandu e Tanzânia, em sistemas irrigados e de sequeiro na época das águas e da seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Santa Rita/EPAMIG, localizada no município de Prudente de Morais-MG (latitude 19° 28' S e longitude 45° 15' W, altitude 732 m) no período de agosto 2002 a agosto 2003, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, fase cerrado. A precipitação pluvial total do período experimental foi de 1.319 mm, e as temperaturas médias máxima e mínima foram de 29,8 °C e 16,1 °C, respectivamente. A análise do solo na camada de 0-20 cm apresentou as seguintes características químicas: pH água= 6,25; Al= 0,0 cmol/dm³;

¹ Pesquisa financiada pela FAPEMIG

² Pesquisadora EPAMIG/CTCO, Prudente de Morais, Doutoranda UFMG, mcv@epamig.br

³ Professores ICB/UFMG

H+Al = 2,6 cmol_d/dm³; Ca + Mg = 5,9 cmol_d/dm³; K = 42 cmol_c/dm³, P = 13,5 mg/dm³ e MO = 2,86 dag/kg.

Foram realizados dois experimentos simultâneos (irrigado e de sequeiro) para avaliar o comportamento de três espécies de gramíneas forrageiras: *Pennisetum purpureum* cv. Pioneiro; *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As análises de variância foram realizadas aplicando-se o teste F e quando detectada significância foi utilizado o teste de Tukey a 5% para comparação de médias.

Na adubação de plantio usou-se o equivalente a 50 Kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples), 30 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio) e 50 kg/ha de FTE BR-12. Na adubação de manutenção usou-se o equivalente a 200 Kg/ha de N (sulfato de amônio), 160 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio), parcelados em quatro aplicações, durante o período das águas e 30 Kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples) em uma aplicação única.

O sistema de irrigação foi do tipo aspersão convencional, aplicada de forma integral no período seco e suplementar às chuvas no período das águas. O manejo da irrigação foi feito empregando planilha eletrônica (Albuquerque & Andrade, 2000) e dados climáticos de uma estação meteorológica próxima.

No período das águas (novembro/02 a abril/03) e das secas (maio a agosto/03) foram realizados quatro e três cortes respectivamente, a intervalos de 35 dias no período das águas e 40 dias no período da seca. A cada corte, a primeira folha totalmente expandida do ápice para a base foi amostrada para se proceder a determinação das clorofilas *a* (*clo a*), clorofila *b* (*clo b*), clorofila total (*clt*), carotenóides (*carot*), razão clorofila *a/b* (*clo a/b*) e clorofila total/carotenóides (*clt/carot*). Os teores de pigmentos foram determinados em extrato cetônico conforme descrito por Lichtenthaler & Wellburn (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações dos pigmentos fotossintéticos nas folhas das gramíneas forrageiras no período das águas são apresentadas na Tabela 1. Ocorreram diferenças entre as gramíneas para os teores médios de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, carotenóides, razão clorofila *a/b* e clorofila total/carotenóides. Houve interação significativa entre o sistema de produção (irrigado e sequeiro) e gramíneas para a concentração de clorofila *a*, clorofila total e carotenóides. Não houve diferença entre o sistema irrigado e de sequeiro.

Na época das águas, o capim-Pioneiro apresentou teores de *clo a*, *clo b*, *clt* e carotenóides significativamente superiores às demais cultivares, tanto no sistema irrigado quanto no de sequeiro. Em seguida vieram os capins Marandu e Tanzânia. Os resultados indicaram que o teor de *clo b* do

⁴ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo

capim-Pioneiro foi de aproximadamente 1/4 do teor de *clo a*. Esta mesma razão entre os pigmentos também foi obtida por Silva et al. (2001), em oito genótipos de *Pennisetum purpureum*. Em ambos os trabalhos, os valores encontrados são inferiores a razão de 1/3 descrita por Hall & Rao (1995). Para as cultivares Marandu e Tanzânia esta razão foi de 1/3 e 1/2 respectivamente. Esta variação é bem demonstrada quando se observa a razão entre a clorofila *a/b*. O capim-Pioneiro apresentou a maior razão *a/b*, com valores próximos a quatro e a cultivar Tanzânia a menor, com valores próximos a dois (Tabela 1). Estes valores são semelhantes aos obtidos por Monteith (1978) que estudou algumas características fotossintéticas de plantas do grupo C₄ e relatou valor médio de 3,9±0,6 para a razão *clo a/b*. Gramíneas C₄ apresentam menor quantidade de moléculas de clorofila por cloroplasto, principalmente clorofila *b*, pois desenvolvem bem em ambientes saturados de luz, não necessitando investir energia na produção de pigmentos coletores de energia (Salisbury & Ross, 1991).

Tabela 1. Teores médios de pigmentos fotossintéticos de gramíneas forrageiras em sistema de cultivo irrigado e de sequeiro, no período das águas.

Cultivares	Clorofila <i>a</i> (µg/mg)		Médias	Clorofila <i>b</i> (µg/mg)		Médias
	Irrigado	Sequeiro		Irrigado	Sequeiro	
Pioneiro	1,346 Aa ¹	1,231 Aa	1,288 a	0,311	0,319	0,325 a
Marandu	0,693 Ab	0,804 Ab	0,749 b	0,236	0,280	0,258 b
Tanzânia	0,557 Ab	0,483 Ac	0,520 c	0,239	0,228	0,234 c
Médias	0,865 A	0,893 A		0,262 A	0,276 A	
	Clorofila total (µg/mg)		Médias	Carotenóides (µg/mg)		Médias
	Irrigado	Sequeiro		Irrigado	Sequeiro	
Pioneiro	1,678 Aa	1,550 Aa	1,614 a	0,216 Aa	0,205 Aa	0,211 a
Marandu	0,930 Ab	1,084 Ab	1,007 b	0,126 Ab	0,149 Ab	0,138 b
Tanzânia	0,796 Ab	0,711 Ac	0,753 c	0,041 Ac	0,030 Ac	0,036 c
Médias	1,135 A	1,115 A		0,128 A	0,128 A	
	Clorofila <i>a/b</i>		Médias	Clorofila total/carotenóides		Médias
	Irrigado	Sequeiro		Irrigado	Sequeiro	
Pioneiro	4,06	3,87	3,963 a	7,76	7,78	7,77 b
Marandu	2,96	2,87	2,917 b	7,46	7,37	7,41 b
Tanzânia	2,33	2,14	2,236 c	22,36	24,41	23,39 a
Médias	3,11 A	2,96 A		12,53 A	13,19 A	

¹Médias seguidas por mesma letra na mesma coluna (minúscula) e nas linhas (maiúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Teores de clorofila total semelhante aos obtidos neste trabalho foram relatados para os capins Tanzânia (Vantini et al., 2004) e elefante (Silva et al., 2001). A concentração de carotenóides no capim Pioneiro superou em 53 % e 486 % as concentrações deste pigmento nos capins Marandu e Tanzânia, respectivamente (Tabela 1). Os carotenóides desempenham papel fundamental na proteção das membranas dos tilacóides, pois além de coletores de luz, atuam como pigmentos fotoprotetores, preservando as clorofilas da destruição oxidativa do O₂, quando há excesso de energia (Silva et al., 2001). A razão clorofila total/carotenóides foi estatisticamente superior no capim Tanzânia, não ocorrendo diferenças entre as cultivares Pioneiro e Marandu (Tabela 1).

Na época seca ocorreram diferenças entre as gramíneas para os teores médios de *clo a*, *clo b*, *clt*, carotenóides, razão *clo a/b* e *clt/carot*. As interações entre o sistema de produção e as gramíneas

foram significativas para os teores de *clo a*, *clt*, carotenóides e para a razão *clo a/b*. Não houve diferença ($P>0,05$) entre o sistema irrigado e de sequeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Teores médios de pigmentos fotossintéticos de gramíneas forrageiras em sistema de cultivo irrigado e de sequeiro, no período da seca.

Cultivares	Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g}/\text{mg}$)		Médias	Clorofila <i>b</i> ($\mu\text{g}/\text{mg}$)		Médias
	Irigado	Sequeiro		Irigado	Sequeiro	
Pioneiro	0,965 Aa ¹	0,759 Ba	0,862 a	0,226	0,192	0,209 a
Marandu	0,357 Ab	0,489 Ab	0,422 b	0,136	0,152	0,144 b
Tanzânia	0,475 Ab	0,488 Ab	0,481 b	0,165	0,166	0,166 b
Médias	0,599 A	0,579 A		0,189 A	0,170 A	
	Clorofila total ($\mu\text{g}/\text{mg}$)		Médias	Carotenóides ($\mu\text{g}/\text{mg}$)		Médias
	Irigado	Sequeiro		Irigado	Sequeiro	
Pioneiro	1,191 Aa	0,947 Ba	1,069 a	0,219 Aa	0,169 Aa	0,194 a
Marandu	0,493 Ab	0,632 Ab	0,563 b	0,086 Ab	0,110 Ab	0,098 b
Tanzânia	0,639 Ab	0,666 Ab	0,653 b	0,067 Ac	0,085 Ac	0,076 b
Médias	0,774 A	0,748 A		0,124 A	0,121 A	
	Clorofila <i>a/b</i>		Médias	Clorofila total/carotenóides		Médias
	Irigado	Sequeiro		Irigado	Sequeiro	
Pioneiro	4,29 Aa	3,83 Aa	4,06 a	5,49 b	5,50 b	5,49 b
Marandu	2,85 Ab	3,23 Ab	3,05 b	6,33 b	5,85 b	6,09 b
Tanzânia	2,89 Ab	3,01 Ab	2,97 b	10,89 a	10,47 a	10,68 a
Médias	3,43 A	3,36 A		7,57 A	7,27 A	

¹Médias seguidas por mesma letra na mesma coluna (minúscula) e nas linhas (maiúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Independente do sistema de produção (irrigado ou sequeiro) o capim-Pioneiro apresentou as maiores concentrações de *clo a*, *clo b*, *clt*, carotenóides e razão *clo a/b*. Para estes pigmentos, não houve diferença entre os capins Marandu e Tanzânia. O teor de *clo b* foi aproximadamente 1/4 do teor em de *clo a* para capim Pioneiro e 1/3 para os capins Marandu e Tanzânia. Esta razão foi semelhante à encontrada na época das águas.

Os valores de carotenóides, encontrados no capim Pioneiro apresentaram um incremento de 98 e 155 % em relação às cultivares Marandu e Tanzânia, respectivamente. Sabe-se a importância do ciclo das xantofilas na proteção do aparato fotossintético contra danos fotoinibitórios causados por condições de estresse ambiental (Hall & Rao, 1995; Foyer & Harbinson, 1994). A razão clorofila *a/b* correspondeu ao ambiente no qual as plantas se desenvolveram, crescimento em condições de campo, a plena luz. Nessas condições, o capim Pioneiro apresentou uma relação *clo a/b* mais próxima daquelas relatadas para plantas C_4 (Monteith, 1978). A relação *clt/carot* no capim Tanzânia superou em 94,53 e 75,37 % os valores encontrados para as cultivares Pioneiro e Marandu, que não diferiram entre si (Tabela 2).

CONCLUSÕES

Na estação das águas e da seca, o capim Pioneiro apresentou as maiores concentrações de pigmentos fotossintéticos, tanto no sistema irrigado quanto no sequeiro, indicando que esta gramínea pode se adaptar melhor a condições de estresse temporário, como curtos períodos de seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P.E.P.de; ANDRADE, C.de L.T. de. Uso de planilha eletrônica para a programação da irrigação na cultura do milho. **Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS**, n.5, 24p., 2000

FOYER, C.H.; HARBINSON, J. Oxygen metabolism and the regulation of photosynthetic electron transport. In: FOYER,C.H.; MULLINEAUS, P.M.(Eds.). Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense System in Plants. CRC Press, Boca Raton, FL, p1-42. 1994

HALL, D.O; RAO, K.K. Research in photosynthesis. In: Photosynthesis .D.O. Hall, K.K. Rao (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, p.145-94.1995.

LICHTENTHALER, H:K; E WELLBURN, A.R. Determination of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**; v.11, p. 591-603.1983

LOGGINI, B.; SCARTAZZA, A; BRUGNOLI, E.; NAVARI-IZZO, F. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. **Plant Physiology**, Maryland, v.119, p. 1091-1099, 1999.

MONTEITH, J.L. Reassessment of maximum growth rates for C3 and C4 crops. **Experimental Agriculture**, v.14, p.1-5. 1978.

SALISBURY.F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. California, Belmont: Wadsworth Publishing Company. 1991. 692p.

SILVA, M.M.P.; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R.E.; SILVA, J.F.C.; ERBESDOBLER, E.D. Diferenças varietais nas características fotossintéticas de *Pennisetum purpureum* Schum. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 6S, p.1975-1983.2001.

VANTINI, P.P.; RODRIGUES,T.J.D.; CURZ. M.C.P.; FERNANDES, A.C.; MALHEIROS, E.B. Teores de clorofila do capim-Tanzânia adubado com nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande:SBZ; 2004. 1 CD-ROM

VIANA, M.C.M. **Déficit hídrico em genótipos de milho com tolerância diferencial à seca**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte