

VARIÁVEIS RELACIONADAS COM A TOLERÂNCIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS AO DÉFICIT HÍDRICO¹

REGINA C.R. MACHADO², HERMÍNIA M.F. SOUZA³,
MIGUEL A. MORENO² e PAULO DE T. ALVIM⁴

RESUMO - Avaliou-se, sob condições de campo, a tolerância ao déficit hídrico de quatro gramíneas forrageiras. Determinaram-se o potencial hídrico da folha, a resistência estomática, a altura dos perfilhos e o comprimento do limbo foliar do capim-carimagua (*Andropogon gayanus*), capim-bufel (*Cenchrus ciliaris*) cvs. Gayndah e Biloela, e quicuiu-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*). Os capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela' sob regime seco, não atingiram um valor crítico de potencial hídrico da folha para o fechamento estomático. O capim-quicuiu-da-amazônia atingiu mais baixo potencial hídrico da folha (-21 bares) e mais alta resistência estomática (20 seg.cm⁻¹) em relação aos demais capins estudados neste trabalho. Com relação a altura do perfilho e comprimento do limbo foliar, os capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela' também se comportaram como mais tolerantes ao déficit hídrico. Dessa forma, os capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela' são opções mais seguras para as áreas onde ocorrem estiagens de mais de 120 dias.

Termos para indexação: potencial hídrico, resistência estomática, *Andropogon gayanus*, *Cenchrus ciliaris*, *Brachiaria humidicola*, quicuiu-da-amazônia.

VARIABLES ASSOCIATED WITH THE TOLERANCE TO WATER DEFICIT IN FORAGE GRASSES

ABSTRACT - The tolerance to water deficit of four tropical grasses was evaluated under field conditions. The leaf water potential, stomatal resistance, sprout height and leaf blade length were determined for Carimagua grass (*Andropogon gayanus*) buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) cvs. Gayndah and Biloela, and Brachiaria Amazonian kikuyo grass (*Brachiaria humidicola*). The carimagua, 'Gayndah' and 'Biloela' grasses, under water deficit conditions, did not attain the critical level of leaf water potential for stomatal closing. The Amazonian kikuyo grass attained the lowest leaf water potential (-21 bars) and greatest diffusive stomatal resistance (20 seg. cm⁻¹) of the grasses studied here. The carimagua 'Gayndah' and 'Biloela' grasses also demonstrated, in relation to sprout height and leaf blade length, greater tolerance to water deficit than Amazonian kikuyo grass. Hence, the carimagua, 'Gayndah' and 'Biloela' grasses are a choice for areas where drought occurs for more than 120 days.

Index terms: water potential, stomatal resistance, *Andropogon gayanus*, *Cenchrus ciliaris*, *Brachiaria humidicola*.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento e produção dos cultivos. Nas regiões tropicais, altas temperaturas e intensidades luminosas altas favorecem taxas de evapotranspiração que podem produzir déficits hídricos estacionais.

O déficit de água afeta o crescimento da planta

provocando alterações em sua anatomia, morfologia, fisiologia e bioquímica (Kramer 1969). No entanto, a magnitude desse efeito depende do tipo do cultivo, do grau e duração do déficit hídrico (Begg & Turner 1976). No caso específico de pastagens, em que a produção econômica compreende o volume de massa verde, uma deficiência de água, mesmo rápida, reduz acentuadamente a produção (Begg & Turner 1976).

A literatura sobre gramíneas forrageiras que toleram deficiência hídrica é ampla, entretanto, as diferenças, em grau, dessa tolerância dificilmente são detectáveis em condições de campo. A natureza da resistência à seca é complexa e envolve uma série de interações entre planta e ambiente (Klar et al. 1978). Geralmente, as bases fisiológicas da tolerância à seca são reconhecidas mediante métodos de laboratório, empregando-se tecidos destacados ou a planta inteira. Já são reconhecidos

¹ Aceito para publicação em 3 de junho de 1983.

Parte do trabalho da Tese de Mestrado do segundo autor.

² Eng^o - Agr^o, M.S., Centro de Pesquisa do Cacau (CEPLAC) km 22 da rod. Ilhéus/Itabuna, Caixa Postal 7 - CEP 45600 - Itabuna, BA.

³ Biologista, M.S., Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia S.A. (EPABA) Av. Ademar de Barros, 967 - Ondina, Caixa Postal 1222 - CEP 40000 - Salvador, BA.

⁴ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Centro de Pesquisa do Cacau (CEPLAC).

alguns parâmetros promissores para avaliar a reação da planta ao déficit hídrico, sob condições de campo (Brady et al. 1975, Clark & Hiller 1973, Gandar & Turner 1976), mas nem sempre viáveis em qualquer situação.

Neste trabalho avaliou-se a tolerância de quatro gramíneas forrageiras ao déficit hídrico, empregando-se parâmetros viáveis em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento na Granja Experimental Carlos Brandão, da Divisão de Zootecnia do Centro de Pesquisa do Cacau, município de Ilhéus, Bahia. A área está a 38 m de altitude, 14°17' de latitude Sul e 39°16' de longitude Oeste.

O solo da área experimental é classificado como tipo alfissolo de boa drenagem e permeabilidade moderada (Silva & Melo 1970). As características químicas são apresentadas na Tabela 1. As constantes hídricas e a percentagem de umidade no solo durante o período experimental, são encontradas na Tabela 2.

No experimento, utilizaram-se quatro gramíneas forrageiras: capim-gamba, ou carimagua, (*Andropogon gayanus*); capim-quicuí-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*); capim-bufel (*Cenchrus ciliaris*) cvs. Biloela e Gayndah. Os capins foram plantados de material vegetativo previamente selecionado. Iniciou-se a fase experimental com o corte de uniformização. Submeteram-se as gramíneas a dois regimes de umidade no solo: seco e úmido. No regime seco, as plantas não receberam irrigação durante toda a fase experimental (10.1 a 16.6.80). Para evitar o molhamento pelas chuvas, cobriu-se toda a área experimental com plástico transparente, suspenso por uma

armação de madeira de 2 m de altura, por 12 m de comprimento e 7 m de largura. Para drenar o solo, abriram-se valetas laterais até 0,60 m de profundidade. No regime úmido (testemunha), manteve-se a umidade do solo na capacidade de campo, mediante irrigações freqüentes. Para evitar a passagem de umidade a partir das parcelas testemunhas, contornaram-se as parcelas do tratamento seco com lâminas de zinco até a profundidade de 0,60 m.

Para avaliar o efeito do déficit hídrico, determinaram-se, a intervalos médios de quatorze dias, o potencial de água nas folhas, a resistência estomática da folha, a altura dos perfilhos e o comprimento do limbo foliar. Determinou-se o potencial da água na folha, com a câmara de pressão tipo PMS da Instrument Company, e a resistência estomática da folha, com o porômetro de difusão Delta MK II. Determinou-se a altura do perfilho tomando-se dez perfilhos, ao acaso, na área útil de cada parcela, medindo-se do nível do solo até o meio da penúltima folha totalmente expandida. Para o comprimento foliar, mediu-se o limbo das folhas de dez perfilhos da área de cada parcela.

Durante a rebrota das gramíneas, sob condições de seca, após o corte de 120 dias, tomaram-se também, a altura do perfilho e comprimento do limbo foliar, aos 28 dias após o corte. Decorridos 46 dias dessa rebrota, efetuou-se um corte geral e realizou-se remolhamento freqüente do solo. Para avaliar a capacidade de recuperação das gramíneas após remolhamento do solo, mediu-se a altura do perfilho e o comprimento do limbo foliar.

Uma parcela de 1,30 m x 1,40 m, com 0,20 m de bordadura, em cada lado, constituiu a unidade experimental. As parcelas foram distribuídas em blocos, ao acaso, com três repetições. Como as gramíneas possuem hábitos de crescimento diferentes, realizou-se a análise de variância, separadamente, para cada gramínea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial hídrico e resistência estomática da folha

O potencial hídrico da folha, tomado às 13h, reduziu-se acentuadamente nas parcelas sob regime seco, a partir do 30º dia, após cobertura da área com plástico (Fig. 1). Nesse período,

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental.

pH	Al	Ca	Mg	Ca + Mg	K	P
	meq/100 g					ppm
5,3	0,03	10,6	4,6	15,3	0,1	7,0

TABELA 2. Capacidade de campo (cc), ponto de murcha permanente (pm) e umidade do solo (%) nas parcela sob regime seco.

Profundidade	Constantes hídricas		51	65	Período de seca (dias)		
	%				79	92	110
	cc	pm			umidade do solo (%)		
15	30,0	23,3	21,4	21,7	21,1	21,0	19,0
40	36,9	30,6	32,2	30,5	31,7	31,5	30,5

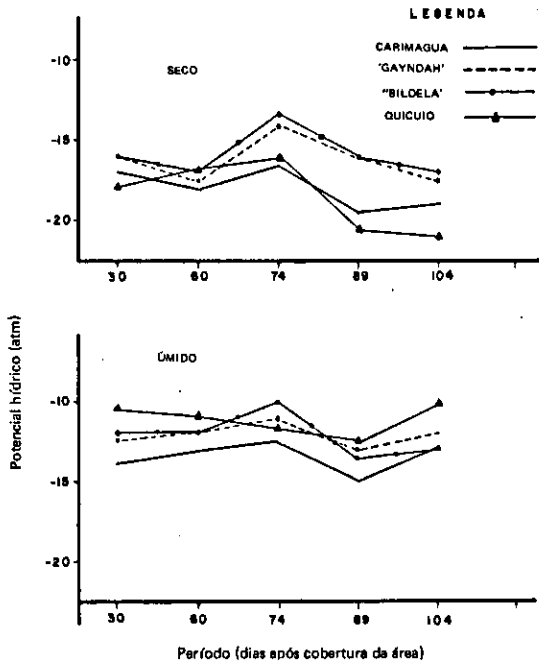


FIG. 1. Potencial hídrico da folha, tomado às 13 horas, durante a fase experimental.

ainda havia água disponível no solo, aos 15 cm de profundidade (Tabela 2). Observa-se, aos 74 dias após cobertura da área, um aumento geral no potencial hídrico da folha tanto nas parcelas testemunhas quanto nas do tratamento seco. Esse aumento no potencial hídrico pode ser explicado pelo fato de ter essa determinação coincidido com o dia de chuva.

Quando o secamento do solo atingiu 40 cm de profundidade, o capim-quicuiu-da-Amazônia, sob déficit hídrico, estava com -9,0 bares de potencial hídrico da folha, logo às 7h da manhã (Fig. 2). A diferença entre parcelas testemunhas e secas acentuou-se entre as 11 e 13h, período de mais intensa transpiração. A recuperação do potencial hídrico, às 15h, também, foi mais lenta no capim-quicuiu-da-amazônia (Fig. 2). Os capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela', embora com baixos potenciais hídricos, às 13h, nas parcelas secas, recuperaram-se normalmente a partir das 15h. A redução do potencial hídrico da folha, logo às 7h da manhã, e a lenta recuperação, à tarde, indicam que o capim-quicuiu-da-amazônia com-

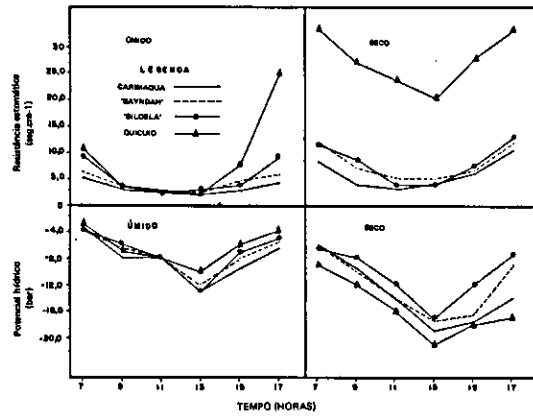


FIG. 2. Potencial hídrico e resistência estomática da folha, aos 110 dias após início da fase experimental.

portou-se como mais sensível ao déficit hídrico em relação aos demais.

A resistência estomática, tomada às 13h, nos capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela', sob regime seco, diferiu pouco da resistência das testemunhas. Já no capim-quicuiu-da-amazônia, a resistência estomática foi muito alta (20 seg.cm^{-1}) nesse horário (Fig. 2).

Os valores relativamente baixos (-19 bares) de potencial da água na folha, associados à baixa resistência estomática nos capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela', sob regime seco, indicam que os valores críticos de potencial hídrico para o fechamento dos estômatos não respondem a mudanças de potencial hídrico na folha até que um nível crítico tenha sido alcançado, quando, então, fecham repentinamente (Begg & Turner 1976). Os capins carimagua, 'Biloela' e 'Gayndah' possuem sistema radicular amplo e folhas pilosas. A presença de pêlos nas folhas aumenta a resistência à difusão de vapor d'água e diminui a transpiração, o que é considerado mecanismo de adaptação à seca em outras espécies (Wuenscher 1970). O sistema radicular amplo ajuda a planta a atravessar períodos secos, sem sofrer danos visíveis (Kramer 1969, O'Toole & Cruz 1980).

Os capins 'Biloela' e quicuiu-da-amazônia apresentaram relativamente alta resistência estomática às 7h da manhã, mesmo nas plantas testemunhas (Fig. 2). Isto indica que eles abrem os estôma-

tos mais tarde, em relação ao carimagua e 'Gayndah'. Sob condições de seca, a resistência estomática no capim 'Biloela' diminui tanto quanto nas parcelas testemunhas no horário das 11 às 13h. A alta resistência estomática apresentada pelo capim-quicuo-da-amazônia, sob regime de seca, indica maior sensibilidade dos estômatos ao déficit hídrico que os capins carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela'. Essa alta sensibilidade estomática do quicuo-da-amazônia pode indicar pouca adaptabilidade desse capim a ambientes secos. Segundo Henzell et al. (1975), alta sensibilidade dos estômatos ao déficit hídrico é uma característica relacionada com pouca adaptação à seca. Pelos resultados de potencial hídrico e resistência estomática da folha, o capim-quicuo-da-amazônia se mostrou mais sensível ao déficit hídrico em relação ao carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela'. Esses resultados concordam com os obtidos por Souza et al. (prelo) na determinação do ponto de compensação hídrico.

Crescimento

Os resultados da altura do perfilho estão na Tabela 3. Observa-se que houve redução geral na altura do perfilho, logo nos primeiros 24 dias após cobertura da área, nas parcelas com déficit de água. Nesse período, a diferença entre parcelas secas e testemunhas foi significativa apenas para o quicuo-da-amazônia. Para o capim-carimagua e 'Gayndah', a diferença foi significativa a partir dos 51 e 65 dias, respectivamente. No capim 'Biloela' a diferença foi significativa aos 51, 65 e 110 dias (Tabela 3). A diferença não-significativa, aos

79 e 92 dias, no capim 'Biloela' pode ser explicada pela redução da altura dos perfilhos nas parcelas testemunhas, devido ao afilhamento após floração.

Os resultados de comprimento do limbo foliar seguiram a mesma tendência dos resultados de altura do perfilho, reduzindo-se nas parcelas secas, mas em muito menores proporções que a altura do perfilho (Tabela 4). Essa resposta do alongamento foliar, provavelmente, deve-se ao fato de o experimento ter sido desenvolvido sob condições de campo. Segundo Day (1981), a extensão foliar é muito sensível ao déficit hídrico, mas as respostas, em campo, são geralmente menores, quando obtidas em ambientes controlados.

O capim quicuo-da-amazônia mostrou diferença significativa a partir dos 24 dias, o capim-carimagua aos 65 e o 'Gayndah' aos 79 dias, após cobertura da área. O capim 'Biloela' não apresentou diferença significativa. Isto pode ser explicado, em parte, pela redução no comprimento do limbo foliar nas parcelas testemunhas do capim 'Biloela', a partir dos 51 dias (Tabela 4). A diferença não-significativa para o 'Gayndah', aos 110 dias, deve-se à redução do comprimento médio nas folhas das parcelas testemunhas, por estar esse capim em fase final de ciclo de crescimento.

As reduções no comprimento do limbo foliar e da altura do perfilho são respostas típicas da planta ao déficit interno de água e têm importância capital para a produtividade. Segundo Ritchie (1974) e Sivakumar & Shaw (1978), o crescimento de uma planta é diretamente controlado pelo seu déficit interno de água. Sabe-se, também, que al-

TABELA 3. Altura do perfilho (cm) das gramíneas durante 110 dias. Os dados representam a média de dez medições.

Idade das gramíneas (dias)	Carimagua		'Gayndah'		'Biloela'		Quicuo-da-amazônia	
	Test.	Seco	Test.	Seco	Test.	Seco	Test.	Seco
24	90	79	60	56	70	65	48	41*
32	112	93	72	68	97	87	64	52*
51	145	115*	80	68	113	98*	66	53*
65	157	117*	83	69*	111	92*	71	58*
79	173	124*	83	70*	106	93	70	56*
92	228	138*	79	64*	98	86	71	59*
110	202	125*	79	63*	105	85*	69	51*

* Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste t de Student.

TABELA 4. Comprimento do limbo foliar (cm) das gramíneas durante 110 dias. Os dados representam a média de dez medições.

Idade das gramíneas (dias)	Carimagua		'Gayndah'		'Biloela'		Quicuío-da-amazônia	
	Test.	Seco	Test.	Seco	Test.	Seco	Test.	Seco
24	73	68	38	36	47	41	16	11*
32	84	78	40	37	44	41	16	13*
51	85	77	40	38	42	39	17	13*
65	91	75*	39	34	41	37	20	14*
79	76	64*	37	31*	36	34	19	15*
92	79	64*	40	32*	38	34	24	15*
110	75	60*	35	30	38	36	25	14*

* Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste t de Student.

TABELA 5. Altura do perfilho e alongamento do limbo foliar em (cm), aos 24 dias de rebrota sob regime seco (A) e após o remolhamento do solo (B).

	Alt. do perfilho		Limbo foliar		Alt. do perfilho		Limbo foliar	
	A Test.	Seco	Test.	Seco	B Test.	Remolhado	Test.	Remolhado
Carimagua	59	50	42	38	45	54*	34	43*
'Gayndah'	47	25*	35	21*	36	51*	34	37
'Biloeta'	63	33*	45	27*	45	59*	35	44
Quicuío	38	16*	23	14*	28	31	18	12

* Diferença significativa a 0,05 pelo teste t de Student.

guns efeitos do déficit hídrico sobre o crescimento estão relacionados com a redução do potencial da água na folha (Boyer 1970, Clough & Milthorpe 1975).

Com relação ao crescimento após o corte (rebrota), sob condições de seca, não se encontrou diferença significativa entre tratamentos para altura do perfilho e comprimento do limbo foliar, apenas para o capim-carimagua (Tabela 5). Os capins 'Gayndah' e 'Biloela', embora produzissem relativamente bem, sob regime de seca, até o corte final (120 dias), tiveram rebrota muito fraca, sob déficit hídrico. A diferença não-significativa para o capim-carimagua, indica que ele é capaz de rebrotar bem sob condições de déficit hídrico. Isso lhe confere vantagens sobre os capins quicuío-da-amazônia, 'Gayndah' e 'Biloela', no que se refere à recuperação de pastagens sob deficiência hídrica.

Na rebrota, após o remolhamento do solo, observou-se que a altura do perfilho foi significativamente maior nas parcelas remolhadas dos capins

carimagua, 'Gayndah' e 'Biloela' (Tabela 5). Para o comportamento do limbo foliar, a diferença foi significativa, apenas para o capim-carimagua. No capim quicuío-da-amazônia, o alongamento foliar nas parcelas remolhadas foi inferior ao das testemunhas, demonstrando, portanto, menor capacidade de recuperação desse capim após o remolhamento.

CONCLUSÕES

1. Os resultados de altura do perfilho e comprimento do limbo foliar são concordantes com os de resistência estomática e potencial hídrico e indicam o capim-quicuío-da-amazônia como mais sensível ao déficit hídrico.

2. Acredita-se que o capim-carimagua possa ser indicado para as localidades onde predominam os capins 'Gayndah' e 'Biloela', como uma nova opção para as regiões onde ocorrem períodos secos prolongados.

3. As variáveis altura do perfilho e comprimen-

to do limbo foliar são viáveis para avaliar tolerância à seca em gramíneas forrageiras tropicais sob condições de campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Walter Nascimento, Joaquim Santana, Otaviano Santos e Marinalda Silva, pela valiosa colaboração.

REFERÊNCIAS

- BEGG, J. & TURNER, N. Crop water deficits. *Adv. Agron.*, 28:161-207, 1976.
- BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybeans and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiol.*, 46:233-5, 1970.
- BRADY, R.A.; GOLTZ, S.W.; POWERS, W.L. & KANEMASU, E.F. Relation of soil water potential to stomatal resistance in soybean. *Agron. J.*, 67: 97-9, 1975.
- CLARK, R.N. & HILLER, E.A. Plant measurements as indicators of crop water deficit. *Crop Sci.*, 13: 466-9, 1973.
- CLOUGH, B.F. & MILTHORPE, F.L. Effects of water deficit on leaf development in tobacco. *Aust. J. Plant Physiol.*, 2:291-300, 1975.
- DAY, W. Water stress and crop growth. In: DAY, W. *Physiological processes limiting plant productivity*. London, Butter Worths, 1981. p.199-215.
- GANDAR, P.W. & TURNER, C.B. Leaf growth, tuber growth and water potential in potatoes. *Crop Sci.*, 16:534-8, 1976.
- HENZELL, R.G.; MCCREE, K.J.; VAN BAVEL, C.H. M. & SCHERTZ, K.F. Method for screening sorghum genotypes for stomatal sensitivity to water deficits. *Crop Sci.*, 15:516-618, 1975.
- KLAR, A.E.; USBERTI, J.A. & HENDERSON, D.W. Differential response of Guinea grass populations to drought stress. *Crop Sci.*, 18:853-7, 1978.
- KRAMER, P.J. *Plant and soil water relationships: a modern synthesis*. New York, McGraw-Hill, 1969.
- O'TOOLE, J.C. & CRUZ, R.F. Response of water potential, Stomatal resistance and leaf rolling to water stress. *Plant Physiol.*, 65:428-32, 1980.
- RITCHIE, J.F. Atmospheric and soil water balance. *Agric. Meteorol.*, 14:183-98, 1974.
- SILVA, L.F. da & MELO, A.A.O. de. Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC, 1970. (CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, 1).
- SIVAKUMAR, M.V.K. & SHAW, R.H. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. *Agron. J.*, 70:619-27, 1978.
- SOUZA, H.M.F.; MACHADO, R.C.; MORENO, M.A. & ALVIM, P. de T. Avaliação da tolerância à seca em gramíneas forrageiras, mediante determinação do ponto de compensação hídrico. *R. Theobroma. Prelo.*
- WUENSCHER, J.E. The effect of leaf hairs of *Verbascum thapsus* on leaf energy exchange. *New Phytol.*, 69: 65-73, 1970.