

Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob estresse hídrico¹

Maldonado, H²; Araújo, S³; Campostrini, E⁴. Silva, J²; Pereira, A⁵; Ledo, F⁵;
Deminicis, B⁶; Tavares, E⁷

¹ Trabalho financiado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro / FAPERJ.

² Professor do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes, CCTA/UENF – Bolsistas de Produtividade em Pesquisa - CNPq.

³ Zootecnista, M.Sc., Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense. e.mail: araujosac@yahoo.com.br

⁴ Professor do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Setor de Fisiologia Vegetal, CCTA/UENF.

⁵ Pesquisadores da EMBRAPA-Gado de Leite / Juiz de Fora - Brasil

⁶ Zootecnista, M.Sc., Laboratório de Fitotecnia, Setor de Produção de Sementes, CCTA/UENF.

⁷ Bolsistas Iniciação Científica - CNPq, Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, CCTA/UENF

Resumo

O experimento foi realizado em casa de vegetação com o objetivo de avaliar o comportamento fisiológico de genótipos de capim-elefante anão sob condições de estresse hídrico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Foram avaliados três genótipos de capim-elefante anão (Mott, CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7) em duas condições de umidade do solo (irrigado e não irrigado). Foi observada diferença entre os tratamentos irrigado e não-irrigado para todos os genótipos em relação à taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor. O genótipo CNPGL 94-34-3 apresentou maior tolerância ao estresse hídrico, seguido pelo Mott e o genótipo CNPGL 92-198-7. Todos os genótipos avaliados apresentaram, em condições ideais de umidade do solo, taxa fotossintética elevada caracterizando o capim-elefante como uma planta de elevada eficiência fotossintética.

Palavras-chave: fotossíntese, condutância estomática, transpiração, DPV, capim-elefante anão

SP 3724
P. 133

GP 3724
P. 133

1. Introdução

A alta competição do mundo globalizado torna cada vez mais necessária a adoção de tecnologias para obter máximas produções por unidade de área, intensificando o sistema de produção. Assim, a prática da irrigação, ao contrário do que se imaginava, tem aumentado entre os produtores e, mais recentemente, entre os pecuaristas, que estão acreditando nessa nova maneira de aumentar as taxas de lotações nas pastagens (Lopes *et al.* 2003). Os efeitos dos fatores climáticos no crescimento e desenvolvimento, assim como, a partição de carbono entre os órgãos, são importantes nas taxas de crescimento da cultura (Norman *et al.*, 1995). Segundo Taiz & Zeiger (2004), muitos processos fisiológicos nas plantas forrageiras, como expansão e alongamento das folhas, abertura e fechamento estomático e conseqüentemente, fotossíntese, são regulados principalmente pela pressão de turgência das células.

Plantas sob déficit hídrico sofrem mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, com intensidade que depende do tipo de planta e do grau de duração do déficit hídrico (Kramer, 1983). A primeira estratégia da planta para se adaptar às condições de déficit hídrico é a redução da parte aérea em favor das raízes, limitando sua capacidade de competir por luz, pela diminuição da área foliar, com conseqüente redução na produtividade (Nabinger, 1997), aceleração na taxa de senescência foliar, inibição do perfilhamento e ramificações e a aceleração da morte dos perfilhos estabelecidos, bem como atraso no crescimento e no desenvolvimento da planta (Buxton & Fales, 1994).

Na maior parte das áreas tropicais, o déficit hídrico é o fator mais importante na determinação do crescimento e da produtividade das forrageiras, provocando uma estacionalidade de produção principalmente entre as estações de inverno e verão. A maioria das pesquisas com pastagens irrigadas tem mostrado ganhos satisfatórios mesmo no período seco. O conhecimento do comportamento da planta forrageira em condições de estresse hídrico pode, portanto, ser de grande importância prática para auxiliar no entendimento dos efeitos do período seco na produção de forragem, possibilitando assim, o uso de práticas de manejo que tornem possível a melhor utilização do pasto durante esse período. Neste contexto, o capim-elefante com seu elevado potencial produtivo, é uma das forrageiras com características mais favoráveis a ser explorada em sistemas irrigados de produção.

As curvas de saturação caracterizam as respostas da fotossíntese aos fatores ambientais. O aumento do suprimento desses fatores leva ao aumento da fotossíntese, porém, acima de certo limite de suprimento, ocorre sua saturação e estabilização. A posição do limite de saturação da curva é específica, variando entre espécies e de acordo com o desenvolvimento de cada espécie, podendo ser empregado para caracterizar o comportamento da planta.

O estresse hídrico afeta a fotossíntese da planta devido aos efeitos estomáticos e não-estomáticos. O efeito estomático é o evento primário, o que levaria a uma menor disponibilidade de CO₂ nos espaços intercelulares, reduzindo a assimilação de CO₂ nos cloroplastos (Faria *et al.*, 1996). Já os efeitos não-estomáticos estão relacionados às perturbações nos processos fotoquímicos (redução no transporte de elétrons, reduzindo assim a formação de ATP e NADPH) e nos processos bioquímicos (redução na eficiência carboxilativa e/ou na quantidade/atividade da RUBISCO e de outras enzimas do metabolismo fotossintético) (Taiz e Zeiger, 2004).

A redução da condutância estomática diminui a perda de água das folhas e restringe a entrada do CO₂ nestes órgãos, o que diminui desse modo a assimilação fotossintética do carbono. Além disso, há uma evidência de que o estresse hídrico danifica o metabolismo do mesófilo, e que esta resposta se torna progressivamente mais importante com a crescente limitação de água no tecido vegetal (Chaves, 1991). Segundo Angelopoulos *et al.*, (1996) a condutância estomática limitaria a fotossíntese sob condições moderadas de estresse hídrico, mas sob condições severas de estresse hídrico, a fotossíntese seria limitada por fatores bioquímicos.

O objetivo do presente estudo é avaliar a resposta de três genótipos de capim-elefante anão sob estresse hídrico em função dos parâmetros fotossintéticos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UNEF) no município de Campos dos Goytacazes, região norte do estado do Rio de Janeiro / Brasil.

O solo utilizado é classificado como um Latossolo Amarelo Distrófico, apresentando classe textural franco-argilo-arenoso. Os genótipos de capim-elefante anão são provenientes da Rede Nacional de Ensaios de Capim-Elefante (RENACE), EMBRAPA-Gado de Leite. Foram avaliados três genótipos de capim-elefante anão em resposta ao corte do suprimento de água. As mudas foram plantadas em vasos plásticos com capacidade para 11 dm³ de solo. O solo para enchimento destes vasos foi peneirado em malha de 4mm, e

amostras foram tomadas para análise química. As adubações foram realizadas de acordo com os resultados de análise do solo e segundo as recomendações da RENACE.

Irrigações periódicas para manter a saturação do solo em aproximadamente 50% foram realizadas até o início da fase experimental, a qual ocorreu a partir do 60º dia pós-plantio. O desbaste foi realizado ao nível do solo com o objetivo de minimizar as diferenças entre os estandes de plantas permanecendo apenas três perfilhos principais em cada vaso.

Durante o período de avaliação, o teor de umidade do solo foi monitorado por meio de sensores de umidade (6450 WD Watermark Soil Mixture Sensor, USA), instalados a 10 cm de profundidade e posteriormente acoplados ao sensor de leitura. Durante a condução do experimento foram medidas a umidade relativa e a temperatura do ar por meio de um termohigrômetro modelo 450 (Spectrum Technologies, Inc., Illinois, USA). O Fluxo de Fótons Fotossintéticos foi monitorado com o auxílio de Quantum Data Logger (Spectrum Technologies, Inc., Illinois, USA). Todos os sensores foram acoplados a um coletor de dados (Data Logger Line, modelo 200, USA) e as informações foram armazenadas a cada uma hora.

As curvas de resposta da assimilação fotossintética do carbono (A), condutância estomática (gS), taxa transpiratória (E) e déficit de pressão de vapor (DPV) ao fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) foram obtidas utilizando-se luz artificial com lads de intensidade de $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Para medição das trocas gasosas foliares foi utilizado o analisador de gases no infravermelho (IRGA) modelo LI 6200 (LI-COR, USA). Em relação aos parâmetros fotossintéticos foram feitas avaliações até que as plantas apresentaram valores nulos de fotossíntese líquida, a partir da qual foram re-irrigadas.

Foram utilizadas plantas em estágio vegetativo de crescimento, fazendo-se as medições na primeira folha totalmente expandida e de aspecto saudável, a partir do ápice do perfilho. A escolha da folha para as avaliações foi feita sobre parâmetros fisiológicos utilizando-se a parte mediana da lâmina foliar para as avaliações, confinando-a dentro da câmara foliar do IRGA.

Todas as características fotossintéticas foram determinadas entre 8 e 10 horas, evitando-se variações na intensidade de luz durante as medições, à partir do início da fase experimental.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos foram dois regimes hídricos (com e sem irrigação) e três genótipos de capim-elefante anão: CNPGL 92-198-7, CNPGL F94-34-3 e o cv. Mott, perfazendo um total de 30 vasos (15 irrigados e 15 sem irrigação). Foi traçado o perfil dos parâmetros fotossintéticos ao longo do período de avaliação.

3. Resultados e Discussão

Foi observado que os genótipos submetidos ao estresse hídrico promoveram uma grande redução na disponibilidade hídrica do solo quando comparado com o tratamento irrigado (Figura 1a). Pode-se observar que o genótipo CNPGL 94-34-3 quando submetido ao estresse hídrico conseguiu utilizar mais eficientemente a umidade do solo levando este a tensões hídricas mais elevadas, quando comparado com os demais genótipos.

A redução na disponibilidade hídrica do tratamento não irrigado foi acompanhada de uma redução na condutância estomática (Figura 1c) e na transpiração (Figura 1d) semelhante para os três genótipos. O estresse hídrico causou o fechamento estomático o que reduziu a perda de água pela planta (Chaves, 1991; Lawlor, 1995). Como consequência, a difusão do CO_2 no mesófilo foliar foi restringida (Farquhar e Sharkey, 1982). Segundo Cornic et al., (2000), a diminuição da concentração interna deste gás no sítio de carboxilação da Rubisco resulta na limitação da fotossíntese, como observado na Figura 1b.

No tratamento sob estresse hídrico, os menores valores de condutância estomática e fotossíntese foram observados a partir do quinto, sexto e sétimo dia após a suspensão da irrigação, para os genótipos CNPGL 92-198-7, Mott e CNPGL 94-34-3, respectivamente, chegando a valores muito próximos de zero, os quais determinaram a retomada da irrigação.

A taxa transpiratória acompanhou o mesmo perfil da condutância estomática, o que comprova a eficácia da metodologia, pois ambos os parâmetros são intimamente relacionados.

A taxa fotossintética não mostrou diferença entre os genótipos irrigados. Entretanto, quando a irrigação foi suprimida, o comportamento fotossintético foi distinto para os três genótipos. O genótipo mais sensível ao estresse hídrico foi o CNPGL 92-198-7, atingindo taxa fotossintética nula um dia antes do cv. Mott, o qual também atingiu taxa fotossintética nula um dia antes do genótipo CNPGL 94-34-3. Além de menos sensível ao estresse hídrico o genótipo CNPGL 94-34-3 apresentou maior velocidade de resposta à re-irrigação (inclinação da reta), atingindo taxa fotossintética semelhante à do tratamento irrigado. Este fato também ocorreu para os genótipos CNPGL 92-198-7 e cv. Mott. Uma possível explicação para a maior

tolerância do genótipo CNPGL 94-34-3 ao estresse hídrico pode ser devido ao elevado conteúdo de antocianina nas folhas. O papel da antocianina como pigmento fotoprotetor é relatado por vários autores (Dugald et al. 2003, Pietrini et al. 2002 e Neil & Gould, 1999).

Loveys et al. (2000) relataram que a redução na condutância estomática é resultado de sinais químicos de desidratação das raízes. Stoll et al. (2000) observaram um aumento na concentração de ABA na seiva do xilema originada pelas raízes em contato com o solo seco e também observaram um aumento do pH da seiva do xilema, que é um conhecido responsável pelo fechamento estomático sob condições de estresse hídrico (Davies et al., 1990).

Os baixos valores de condutância e transpiração causaram elevações no DPVfolha-ar, uma vez que o fechamento estomático leva a redução na transpiração, diminuindo assim a capacidade de refrigeração da folha, aumentando a temperatura deste órgão, uma vez que a folha continua recebendo FFF, causando elevação no DPVfolha-ar. (Figura 1e).

4. Conclusões

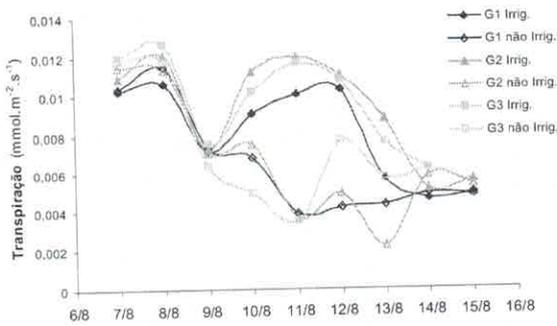
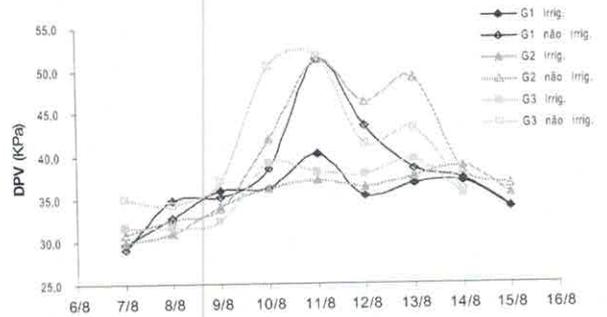
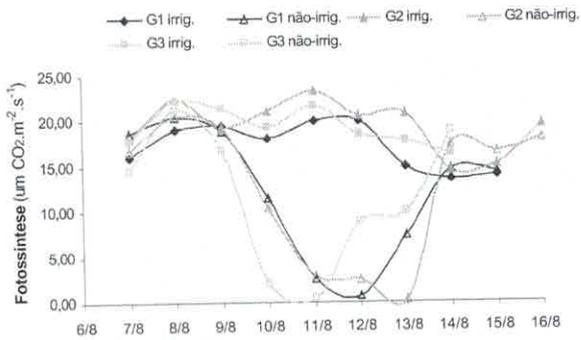
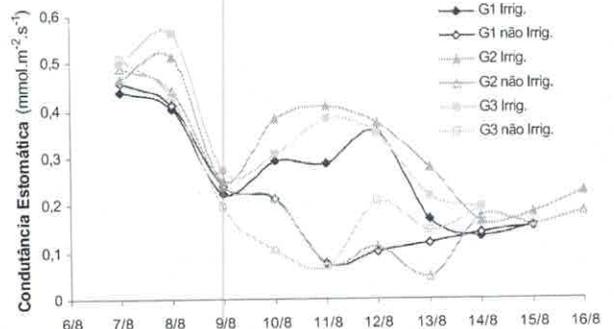
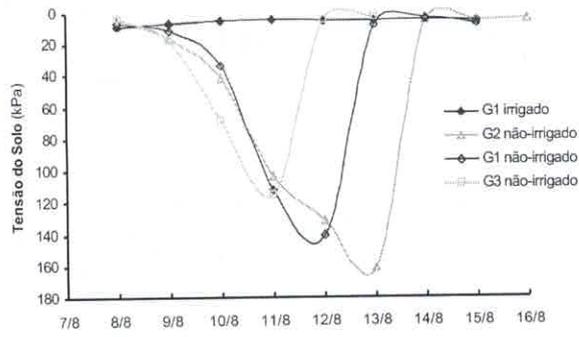
O genótipo CNPGL 94-34-3 apresentou maior tolerância ao estresse hídrico, seguido pelo Mott e o genótipo CNPGL 92-198-7, podendo ser explorado com maior eficiência em tais condições.

Todos os genótipos avaliados apresentaram, em condições ideais de umidade do solo, taxa fotossintética elevada caracterizando o capim-elefante como uma das plantas de maior eficiência fotossintética.

5. Referência Bibliográfica

- Angelopoulos, K., Dichio, B., Xiloyannis, C., 1996. Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. *Journal of Experimental Botany*, 47: 1093-1100.
- Buxton, D.R., Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. In: FAHEY JR., G.C. (ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy. p.155-199.
- Chaves, M.M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany* 42: 1-16.
- Cornic, G. 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture – not by affecting ATP synthesis. *Trends in Plant Science* 5: 187-188.
- Davies, W. J., Mansfield, T.A., Hetherington, A.M. 1990. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. *Plant, Cell and Environment*, 7: 709-719.
- Dugald, C.C., Beadle, C.L. 2003. The ecophysiology of foliar anthocyanin. *The Botanical Review*, 69 (2): 149-161.
- Faria, T., Garcia-Plazaola, J.I., Abadia, A., Cerasoli, S., Pereira, J.S., Chaves, M.M. 1996. Diurnal changes in photoprotective mechanisms in leaves of cork oak (*Quercus suber*) during Summer. *Tree Physiology* 16: 115-123.
- Farquhar, G.D., Sharkey, T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33: 317-45.
- Kramer, P. 1983. Water relations of plants. New York: Academic Press, 489p.
- Lawlor, D.W. 1995 Photosynthesis, productivity and environment. *Journal of Experimental Botany* 46: 1449-1461.

- Lopes, R.S., Fonseca, D.M., Oliveira, R.A., Nascimento Júnior, D., Andrade, A.C., Stock, L.A., Martins, C.E. 2003. Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. *Ciência Agrotec.*, Lavras, 6: 1388-1394.
- Loveys, B.R.; Dry, P.R.; Stoll, M.; MacCarthy, M.G. 2000. Using plant physiology to improve the water efficiency of horticultural crops. *Acta Horticulturae* 537: 187- 197.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagens, 13, Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.15-95.
- Neil, S., Gould, K.S. 1999. Optical properties of leaves in relation to anthocyanin concentration and distribution. *Can. J. Bot.* 77: 1777-1782.
- Norman, M.J.T., Pearson, C.J., Searle, P.G.E. 1995. The ecology of tropical food crops. Cambridge University Press. Cambridge.
- Pietrini, F., Ianelli, M.A., Massacci, A. 2002. Anthocyanin accumulation in the illuminated surface of maize leaves enhances protection from photo-inhibitory risks at low temperature, without further limitation to photosynthesis. *Plant. Cell and Environment*, 25: 1251-1259.
- Stoll, M., Loveys, B., Dry, P., 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany* 51(350):1627- 1634.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Tradução de Eliane Romanato Santarém ... et al. Porto Alegre: Artmed, 719p.



G1: cv. MOTT
 G2: CNPGL 94-34-3
 G3: CNPGL 92-198-7

Figura 1: Tensão do Solo (a), Fotossíntese (b), Condutância estomática (c), Transpiração (d) e Déficit de Pressão de Vapor (e) de genótipos de capim-elefante anão submetidos a Irrigação (irrig.) e a ausência de Irrigação (não-irrig.).