

RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS DE VÁRZEA SOB INUNDAÇÃO E SOMBREAMENTO

Gladys Beatriz Martínez¹
Moacyr Bernardino Dias Filho

¹Pesquisadora/Embrapa Amazônia Oriental - gladys@cpatu.embrapa.br

RESUMO: A implantação de sistemas silvipastoris tem sido recomendada como estratégia para a recuperação de pastagens degradadas. Nas pastagens de várzea são necessárias forrageiras tolerantes ao estresse imposto pelo sombreamento das árvores e inundação do solo. Três gramíneas, coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*), foram submetidas à inundação e sombreamento para avaliação morfofisiológica. Todas as gramíneas desenvolveram estruturas morfofisiológicas que lhes permitiram suportar os impactos dos estresses impostos. Entretanto, os resultados mostraram que a inundação apresentou-se mais prejudicial ao desenvolvimento das gramíneas que o sombreamento. As espécies estudadas mostraram-se capazes de serem cultivadas em sistemas silvipastoris em áreas sujeitas ao alagamento.

Palavras-chave: Várzea, gramíneas, anoxia, sombreamento.

INTRODUÇÃO

Pastagens de várzeas do Baixo Amazonas-Pará têm sido utilizadas com altas cargas animal em sistema extensivo ocasionando degradação e queda na produção de forragem, desbarrancamento e assoreamento dos cursos d'água. Os sistemas silvipastoris-SSP são recomendados para a recuperação de pastagens degradadas e contribuem para a conservação do solo, aumento da biodiversidade, a proteção de recursos hídricos e seqüestro do carbono. Os SSP podem ser bem sucedidos nas várzeas com o uso de espécies arbóreas e forrageiras tolerantes aos estresses de sombreamento das gramíneas e inundação do solo, em áreas inundáveis. O crescimento da vegetação é dependente da interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa pelo dossel, da eficiência de seu uso e da partição de assimilados entre raiz e parte aérea (Difante 2003). A redução na luminosidade proporciona maior alocação de biomassa na parte aérea em detrimento da biomassa das raízes de algumas plantas, tornando as gramíneas vulneráveis a situações de estresse, como o pastejo intensivo. As variações do nível da água dos rios pode causar estresse nas plantas provocando clorose e perda das folhas, aparecimento de raízes adventícias e até murchamento e morte. A intensidade desses sintomas está condicionada ao nível de tolerância da espécie ou mesmo de diferentes genótipos, dentro de uma mesma espécie (Dias-Filho 2002; Caetano e Dias-Filho 2008), bem como do estágio de desenvolvimento da planta. Além disso, a hipoxia ou anoxia desencadeia uma série de processos físicos, químicos e biológicos que influenciam profundamente a qualidade do solo como meio de desenvolvimento das plantas (Ponnamperuma 1984). As gramíneas *Paspalum fasciculatum* e *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf são freqüentemente utilizadas pela pecuária ribeirinha do Baixo Amazonas. A espécie *P. fasciculatum* é uma gramínea de ciclo fotossintético C₄, cespitosa, ereta e pode atingir até três metros de altura. Nativa do Baixo Amazonas, é considerada tolerante a inundação mas com limitações para áreas sob sombreamento (Conserva e Piedade 2001). A *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf é uma espécie perene, semi-aquática, de origem africana, cultivada em larga escala em países tropicais pela facilidade de propagação vegetativa, agressividade, altas produções e boa qualidade de forragem. Desenvolve-se em condições de pleno sol e em solos aluviais e hidromórficos. Em virtude da necessidade de um melhor entendimento da dinâmica do desenvolvimento de gramíneas forrageiras sob alagamento, este trabalho objetiva avaliar as respostas morfofisiológicas das gramíneas forrageiras coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*) submetidas à inundação periódica e sombreamento.

MATERIAL E MÉTODOS

As gramíneas forrageiras coloninha (*Brachiaria mutica* biotipo 1), mojuí (*Brachiaria mutica* biotipo 2) e mori (*Paspalum fasciculatum*) foram coletadas em várzeas do Baixo Amazonas, município de Monte Alegre, Pará. O material foi plantado em vasos sem fertilização adicional e aplicados os tratamentos de sombreamento (sombrite com 70% de interceptação da radiação solar e a pleno sol) e de alagamento do solo (lâmina d'água de 3 cm) durante 21 dias. Para o cálculo da taxa diária de alongamento foliar, foi medido o comprimento de duas folhas jovens por planta e para a área foliar específica, foram coletadas amostras retangulares e de área conhecida de folhas maduras. O incremento de perfilhos foi obtido pela contagens no início e ao término do período de estudo. As raízes das gramíneas foram lavadas com água e separadas em raízes superficiais (desenvolvidas acima do solo) e subterrâneas. A fotossíntese líquida, condutância estomática ao vapor de água e transpiração foram medidas por um sistema fotossintético portátil (LI-6400, Li-cor, inc., Lincoln, NE, EUA), 25 dias após a imposição dos tratamentos. Os parâmetros de troca gasosa foram calculados com base na área foliar. Os vasos foram dispostos em arranjo fatorial de três forrageiras, dois níveis de sombreamento e dois de água no solo, em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para estimar os efeitos da espécie, do sombreamento, da inundação e suas interações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca total, de colmo+bainha e de raiz total reduziu significativamente em todas as espécies de gramíneas estudadas mediante a interação das condições de alagamento do solo e de sombreamento, quando comparadas as plantas controle. Nas plantas sob sombreamento, a inundação reduziu a MS total em 38% em relação as plantas não inundadas e a pleno sol, em 56%. A redução da biomassa total encontrada, comparando-as as plantas controle, evidencia o efeito nocivo do estresse da anoxia. A redução luminosa propiciou o impacto menor ao efeito da anoxia na produção de MS total. A redução de massa seca total pelo sombreamento também foi observada por Andrade et al. (2004) para os capins marandu, massai, quicuío-da-amazônia e pensacola, com sombreamento acima de 50%; e por Carvalho e Ishida (2002) para as forrageiras marandu, aruana, makueni, mombaça, tanzânia e tifton 68. A ocorrência de raízes adventícias, uma das principais características das plantas tolerantes ao alagamento e que viabilizam a difusão de O₂ da parte aérea para os tecidos da raiz (Povh et al. 2005), foi representativa somente nas plantas inundadas e correspondeu, em média, a 23% (mori), 17% (mojuí) e 9,5% (coloninha) da massa seca total de raízes. Entretanto, a formação dessas estruturas não foi suficiente para elevar a produção total de raízes das plantas sob anoxia, mesmo para as espécies que apresentaram maior produção de massa seca total. Esse resultado pode ser explicado por Kozłowski (1997) que consideram o aparecimento dessas estruturas como a forma mais comum de regeneração das raízes submetidas à inundação, em substituição àquelas que desapareceram pela sensibilidade a essa condição. A biomassa de folhas foi reduzida pelo efeito isolado da inundação em todas as espécies nos valores médios de 77% (mori), 52% (coloninha) e 36% (mojuí). O alagamento do solo também diminuiu a taxa de alongamento foliar em todas as gramíneas, sendo que a maior redução observada ocorreu com no capim mori (37%), seguido do coloninha (29%) e mojuí (17%). Esses resultados podem caracterizar o capim mori como a gramínea de maior sensibilidade a inundação quando comparado com coloninha e mojuí. A taxa de alongamento foliar pode estar relacionada diretamente com o aumento da área foliar, provavelmente pela melhor relação entre carbono e nitrogênio para a rebrotação (Alexandrino et al. 2004). O valor médio da taxa de alongamento foliar das plantas sombreadas aumentou significativamente para todas as espécies (pleno sol: 2,85 cm.dia⁻¹ e sombreada: 3,3 cm.dia⁻¹). A maior expansão das folhas sob sombreamento é uma resposta relatada frequentemente e indica uma adaptação da planta para melhor utilizar a luz, aproveitando mais eficientemente este recurso pelo aumento da superfície foliar. A razão de massa seca da folha dos capins mori e coloninha reduziu sob efeito isolado do sombreamento, enquanto que a inundação

afetou esse parâmetro em mori. Contrariamente, a razão de massa seca de raiz do mori reduziu sob efeito do sombreamento (Figura 1).

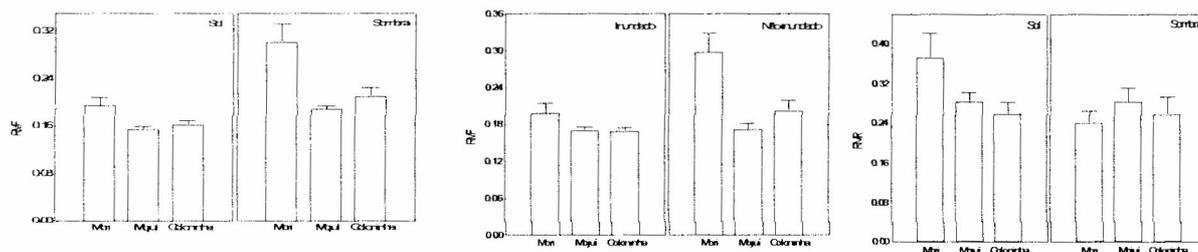


Figura 1 – Alocação de biomassa das gramíneas mori, mojuí e coloninha nas folhas (RMF) e nas raízes (RMR) sob sombreamento.

Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, dado o papel das folhas na fotossíntese, ponto de partida para a formação de novos tecidos (Gastal e Bélanger 1993). A Área Foliar Específica (AFE) não diferiu entre as espécies estudadas, porém, em todas as plantas, foi observada sua redução no tratamento inundado e aumento no sombreado (Figura 2), indicando mudanças morfológicas adaptativas por meio de mecanismos de interceptação da radiação que visam o aumento na captação da luz. O aumento da AFE pelo efeito do sombreamento foi descrito em diversos trabalhos (Lima et al. 2004). A redução da AFE em plantas alagadas, foi considerada por Dias-Filho e Carvalho (2000), diante de resultados semelhantes, hipoteticamente como uma ocorrência de acúmulo de amido nas folhas, um reflexo da redução da translocação de fotossintetizados destas folhas para outras partes da planta. A densidade de perfilhos apresentou interação significativa para espécie e sombreamento, havendo redução no número de perfilhos em todas as plantas submetidas ao sombreamento, sendo que o capim mojuí se ressentiu mais fortemente (63%), seguida do capim Coloninha (58%) e Mori (33%). Os resultados de redução na densidade de perfilhos, pelo sombreamento, em todas as gramíneas estudadas, podem estar relacionados aos efeitos da qualidade da luz na morfogênese vegetal que exerce grande influência no perfilhamento (Zanine 2005), bem como a diminuição do nível de captura de luz que, por sua vez, determina o uso de CO_2 pelas plantas e sua habilidade na absorção de N e minerais (Lemaire 2001). Os capins avaliados apresentaram comportamentos diferenciados, sob a inundação e sombreamento, quanto aos parâmetros taxa de fotossintética líquida (TFL) (Figura 3), condutância estomática (CE) e transpira o (TR). Nos capins mojuí e coloninha não houve altera o da taxa fotossintética líquida, condutância estomática e da transpira o. Para as plantas de mori inundadas, o sombreamento provocou aumento da TFL e CE, porém a pleno sol houve redu o da TFL (Tabela 1). As varia es da área foliar afetam direta e proporcionalmente a taxa fotossintética   medida que se tem um incremento ou redu o na área das folhas para interceptar a luz por unidade de área do solo. O aumento na taxa fotossintética líquida e na condutância estomática identificados em plantas inundadas do capim-mori quando sombreadas, têm sido encontrado por Marengo e Reis (1998) trabalhando com a invasora de arroz irrigado *Ischaemum rugosum*. Porém, nesta espécie a inunda o dos indivíduos a pleno sol causou redu o da TFL. A resposta fotossintética   muito sensível ao alagamento (Pezeshki citado por Dias Filho 2002). Em *Brachiaria brizantha*, Dias-Filho e Carvalho (2000) encontraram redu o da fotossíntese líquida da ordem de 89% mediante a condi o de alagamento. Num primeiro momento, a redu o da fotossíntese líquida em muitas plantas alagadas tem alta correla o com o fechamento dos estômatos, porém, em um período mais longo, essa redu o deve-se mais aos efeitos inibidores do processo fotossintético (Koslowski 1997). A diminui o da absor o de água pelas raízes de plantas inundadas ocorre tanto por sua redu o em comprimento e superfície total como consequência da sua morte, como têm pelo fechamento estomático que está associado com o decréscimo da condutividade hidráulica das raízes (Koslowski 1997).

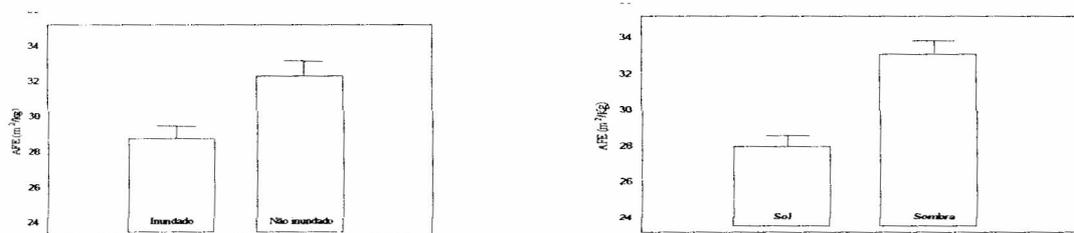


Figura 2 – Área Foliar Específica (AFE) de folhas de mori, mojuí e coloninha submetidas a inundação e sombreamento.

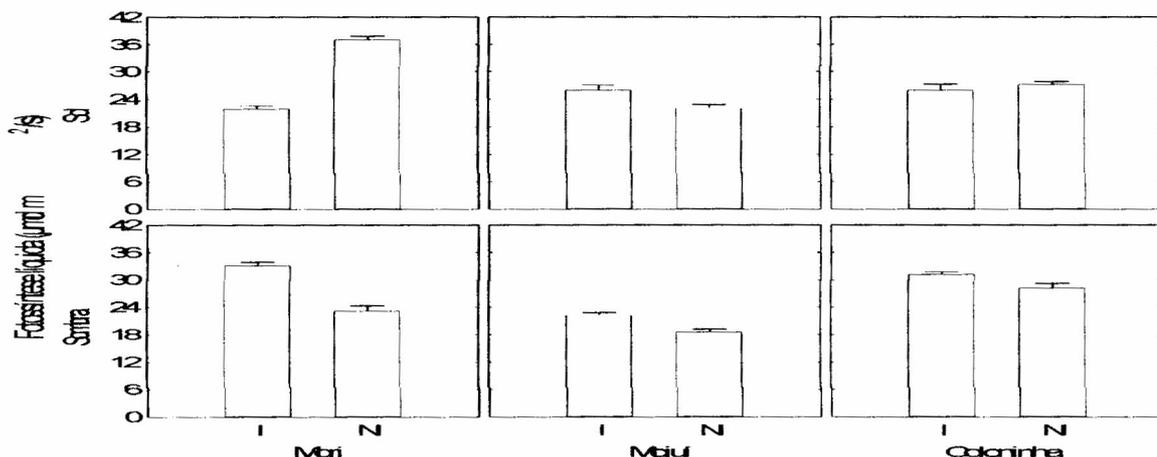


Figura 3 – Taxa fotossintética líquida (TFL) das gramíneas mori, mojuí e coloninha sob sombreamento (sombra) e a pleno sol (sol), inundadas (I) e não inundadas (NI).

Tabela 1 – Taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e transpiração ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) das forrageiras mori, mojuí e coloninha sob inundação e sombreamento.

Espécie	Fotossíntese		Condutância estomática		Transpiração	
	Pleno sol					
	NI	I	NI	I	NI	I
Mori	37,24 ^{1aA}	21,99 ^{1bB}	0,72 ^{1aA}	0,21 ^{1bB}	5,01 ^{1aA}	2,21 ^{1bA}
Mojuí	22,08 ^{2aA}	26,27 ^{1aA}	0,18 ^{2aA}	0,23 ^{1aA}	1,85 ^{2aA}	2,46 ^{1aA}
Coloninha	27,13 ^{2aA}	25,89 ^{1aA}	0,32 ^{2bA}	0,19 ^{1aA}	2,72 ^{2aA}	1,91 ^{1aA}
Sombreado						
Mori	22,65 ^{12bB}	33,66 ^{1aA}	0,37 ^{1aB}	0,37 ^{1aA}	3,35 ^{1aB}	3,01 ^{1aA}
Mojuí	18,76 ^{2aA}	22,18 ^{2aA}	0,15 ^{2aA}	0,18 ^{2aA}	1,69 ^{2aA}	2,32 ^{1aA}
Coloninha	29,23 ^{1aA}	31,99 ^{1aA}	0,24 ^{12aA}	0,31 ^{12aA}	2,28 ^{12aA}	2,69 ^{1aA}

Médias na horizontal seguida pela mesma letra minúscula (efeito da inundação: I- inundado; NI- não inundado) e na vertical seguida pela mesma letra maiúscula (efeito do sombreamento) e algarismos na vertical (espécies) não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estes fenômenos fazem com que plantas submetidas ao alagamento estejam sujeitas ao murchamento das folhas, caso não possuam bom controle estomático e baixa transpiração cuticular (Carvalho e Ishida 2002). A condutância estomática e a fotossíntese usualmente seguem a mesma tendência de resposta quando se trata da tolerância a inundação (Dias Filho 2002) como ocorreu em plantas de mori.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES



As gramíneas mori, mojuí e coloninha desenvolveram estruturas morfoanatômicas que lhes permitiram suportar os impactos dos estresses por inundação e sombreamento; A inundação mostrou-se mais prejudicial ao desenvolvimento das gramíneas que o sombreamento; As espécies estudadas mostraram-se capazes de serem cultivadas em sistemas silvipastoris de áreas sujeitas ao alagamento.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alexandrino, E; Nascimento Junior, D. do; Mosquim, PR; Regazzi, AJ; Rocha, FC. 2004. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33(6): 1372-1379.
- Andrade, CMS de; Valentim, JF; Costa Carneiro, J. da; Vaz, FA. 2004. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(3): 263-270.
- Caetano, LPS; Dias Filho, MB. 2008. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(5): 795-801.
- Carvalho, CJR de; Ishida, FY. 2002. Respostas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) jovens ao alagamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(9): 1231-1238.
- Conserva, A dos S; Piedade, MTF. 2001. Ciclo de vida e ecologia de *Paspalum fasciculatum* Willd. EX. Fluegge (Poaceae), na várzea da Amazônia Central. *Acta Amazônica* 31(2): 205-220.
- Dias Filho, MB. 2002. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 36(4): 439-447.
- Difante, G dos S. 2003. Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras: trabalho de disciplina. Viçosa, BR. Consultado em: 24 set. 2007. Disponível em: www.forragicultura.com.br/arquivos/importanciadamorfogenesenomanejo.pdf.
- Gastal, F; Bélanger, G. 1993. The effects of nitrogen and the growing season on photosynthesis of fieldgrown tall fescue canopies. *Annals of Botany*, v72: 401-408.
- Kozłowski, TT. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Victoria: Heron Publishing. Consultado em: 22 ago. 2007. Disponível em: <http://heronpublishing.com/tp/monograph/kozłowski.pdf>.
- Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turn-over. In: International Symposium on Animal Production Under Grazing. Viçosa. Anais... p. 29-37.
- Lima, FZ DE; Costa, LC; Pereira, CR; Dourado Neto, D; Confalone, AE. 2004. Efeito do estresse de luz e água na eficiência do uso da radiação solar pela cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 12(1): 1-7.
- Marenco, RA e Reis, ACS. 1998. Shading as an environmental factor affecting the growth of *Ischaemum rugosum*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 10(2): 107-112.
- Ponnamperuma, FN. 1984. Effects of flooding on soils. In: Kozłowski, T.T. Flooding and plant growth. London: Academic Press. p. 9-45.
- Povh, JA; Rubin Filho, CJ; Mourão, KSM; Pinto, DD. 2005. Respostas morfológicas de plantas jovens de *Chorisia speciosa* A. St.Hil (Bombacaceae) sob condições de alagamento. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 27(3): 195-202.
- Zanine, A de M. 2005. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. *Colloquium agrariae* 1(2): 50-59.