

# RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS PROMISSORAS PARA REVEGETAÇÃO CILIAR DE RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS, SUBMETIDAS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA<sup>1</sup>

SILVANA DA SILVA<sup>1</sup>  
ÂNGELA MARIA SOARES<sup>2</sup>  
LUIZ EDSON MOTA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>  
PAULO CÉSAR MAGALHÃES<sup>4</sup>

**RESUMO** - As áreas marginais de reservatórios hidrelétricos apresentam características particulares, como a ocorrência de períodos de deficiência hídrica e inundações que podem limitar a cobertura vegetal com sustentabilidade. Visando a compreender as estratégias fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação de áreas marginais a reservatórios hidrelétricos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar características fisiológicas de três gramíneas: *Echinochloa pyramidalis* (canarana), *Setaria anceps* (setária), *Paspalum paniculatum* (paspalo) em resposta à deficiência hídrica. Foram realizadas avaliações de potencial hídrico foliar; eficiência fotoquímica do fotossistema II; teor de aminoácidos, amido, proteínas, açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), em plantas cultivadas em condições de casa-de-vegetação, submetidas a dife-

rentes condições de oferta de água (com rega e sem rega). O potencial hídrico foliar mostrou-se sensível à baixa disponibilidade de água, atingindo valores próximos de  $-3,0$  MPa ao final do período experimental. Foram observadas diferenças significativas, em relação a essa característica, entre os tratamentos, ao 5<sup>o</sup> dia após a suspensão da rega para canarana e setária e ao 7<sup>o</sup> dia para o paspalo. A eficiência fotoquímica do fotossistema II não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, mantendo valores característicos de plantas não-estressadas. Em geral, as espécies apresentaram um aumento nos teores de AR e AST em condições de deficiência hídrica, indicando, assim, que essas espécies apresentam uma maior capacidade de suportar os danos causados por esse déficit.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Revegetação, gramíneas, deficiência hídrica, características fisiológicas, *Echinochloa pyramidalis*, *Setaria anceps*, *Paspalum paniculatum*.

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF PROMISSING GRASSES FOR SIDELINE REVEGETATION OF HYDROELECTRICAL RESERVOIRS SUBJECTED TO WATER DEFICIT

**ABSTRACT** - Hydroelectrical reservoirs sideline areas present peculiar characteristics, such as periods with water shortage and others with flooding. This could limit the vegetation development and sustainability. Aiming at obtaining information about physiological adaptations of species potentially promising for sideline revegetation of hydroelectrical reservoirs, our objective was to evaluate physiological characteristics of three grasses: *Echinochloa pyramidalis*, *Setaria anceps* and

*Paspalum paniculatum* in response to water shortage. We evaluated: leaf water potential, photochemical efficiency of the photosystem II; levels of amino acids, starch, proteins, total soluble sugars, reducing sugars in leaves of plants cultivated in greenhouse with different water availability conditions (with and without watering). The leaf water potential was sensitive to water deficit, with values close of  $-3,0$  MPa at the end of the experimental period. Regarding to this

1. Parte da dissertação do primeiro autor apresentada à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), como parte das exigências para obtenção do grau de "Mestre" em Fisiologia Vegetal.
2. Professora Adjunta do Departamento de Biologia/UFLA, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG.
3. Professor Titular do Departamento de Biologia/UFLA.
4. Pesquisador da EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, MG.

characteristic, significant differences were observed between treatments at the fifth day for *E. pyramidalis* and *S. anceps* and at the seventh day for *P. paniculatum*. The photochemical efficiency of photosystem II didn't show any significant difference,

**INDEX TERMS** : Revegetation, grasses, water deficit, physiological characteristics, *Echinochloa pyramidalis*, *Setaria anceps*, *Paspalum paniculatum*

## INTRODUÇÃO

A revegetação de áreas modificadas pela construção de represas hidrelétricas apresentam algumas dificuldades, em virtude da limitação dos recursos naturais disponíveis e da escassez de informações sobre espécies que se adaptam a essas condições modificadas. Para as companhias hidrelétricas, a cobertura vegetal de áreas marginais a reservatórios tem um aspecto ecológico, pois está associada à vida útil dos reservatórios de água, em virtude do assoreamento causado pela erosão.

Estudos que visem a avaliar, baseando-se em características fisiológicas, o comportamento de diferentes espécies vegetais a essas condições adversas, podem fornecer subsídios necessários para recomendação de espécies para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos. Nesse contexto, é interessante buscar compreender as estratégias fisiológicas de espécies, cujo habitat natural é marcado por condições semelhantes às alterações observadas nas áreas marginais de reservatórios hidrelétricos, ou seja, secas e inundações periódicas. Na área do reservatório de Camargos - Itutinga/MG, de propriedade da CEMIG, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos, tanto com espécies herbáceas, como lenhosas, nativas e/ou exóticas. Aspectos como, fertilidade, inundação total ou parcial e deficiência hídrica, abordados nesse estudo permitiram revelar algumas gramíneas promissoras, entre elas, *Echinochloa pyramidalis*, *Setaria anceps*, *Paspalum paniculatum* (Oliveira, 1998).

Há evidências de que em déficit hídrico, a fotossíntese pode ser reduzida pelo fechamento estomático, acarretando um aumento na resistência difusiva à entrada do CO<sub>2</sub>. Esse déficit pode também causar efeitos na bioquímica dos cloroplastos, contribuindo para a queda no desempenho fotossintético (Farquhar e Sharkey, 1982). Entretanto, não é muito claro se o déficit hídrico foliar tem efeito direto sobre processos fotossintéticos do mesófilo (conversão da energia fotoquímica e/ou metabolismo do carbono), ou somente efeito indireto via fechamento estomático e subsequentes limita-

maintaing non-stressed plants values. In general, the species presented higher reducing sugar and total soluble sugar content when subjected to water shortage, indicating a larger capacity to support the damages caused by that deficit.

ções da difusão do CO<sub>2</sub> para o cloroplasto (Epron e Dryer, 1990).

A fluorescência da clorofila a pode ser utilizada na avaliação de danos causados por estresse hídrico. O principal parâmetro utilizado na avaliação desses danos ao sistema fotossintético é a razão  $F_v/F_m$ , em que  $F_v$  é a fluorescência variável e  $F_m$  a fluorescência máxima, que indica a eficiência fotoquímica do fotossistema II. Embora essa razão, normalmente, decresça em plantas submetidas a algum tipo de estresse (Krause e Weis, 1991), alguns autores (Bjorkman e Powles, 1984; Epron e Dryer, 1990) não detectaram reduções na eficiência fotoquímica do fotossistema II em plantas sob déficit hídrico.

O estresse hídrico pode produzir efeito no metabolismo das plantas, levando a um acúmulo ou perda de metabólitos como carboidratos, ácidos orgânicos, ABA e aminoácidos, além de alterar a atividade de enzimas e síntese de proteínas (Maranville e Paulsen, 1970). Assim, vários processos fisiológicos, como crescimento de células, síntese de parede, metabolismo de nitrogênio e clorofila são afetados. O acúmulo de metabólitos em plantas sob déficit hídrico é conhecido como ajustamento osmótico, que proporciona à planta um abaixamento do potencial osmótico mediante um aumento líquido nos solutos intracelular (Chaves, 1991). Esse ajustamento pode auxiliar a planta a manter o turgor, sustentando, dessa maneira a elongação celular e expansão de regiões de crescimento com o desenvolvimento do déficit. (Morgan, 1984; Premachandra et al., 1992).

A redução no crescimento é um dos mais notáveis efeitos da restrição hídrica sobre as plantas, principalmente causada por uma inibição da elongação da folha e caule quando o potencial hídrico decresce, sendo esse efeito diferente entre espécies.

As observações visuais de resistência à seca, em particular, o enrolamento foliar, está relacionado ao potencial hídrico foliar, visto que esse enrolamento depende do potencial de turgor das células bulbiformes. Uma variação no componente osmótico do potencial hídrico foliar poderia influenciar este evidente sintoma

do estresse hídrico. O enrolamento foliar pode ser uma estratégia para reduzir a área de transpiração na superfície, mantendo os estômatos em microclima com umidade mais alta, evitando a seca (Turner e Jones, 1980).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar características fisiológicas de três gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos (*Echinochloa pyramidalis*, *Setaria anceps*, *Paspalum paniculatum*), submetidas à deficiência hídrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação durante os meses de julho a outubro de 1998. As espécies utilizadas foram: *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc. & Chase (canarana), *Setaria anceps* R. L. Massey. (setária), *Paspalum paniculatum* L. (paspalo), cujas mudas foram produzidas baseando-se em propágulos assexuados, retirados de plantas existentes em campo experimental do Departamento de Biologia/UFLA. Os propágulos foram plantados em vasos, contendo 5Kg de substrato constituído de solo, areia e matéria orgânica (esterco de curral) na proporção 2:1:1, além de 12,5 g/vaso de superfosfato simples. Até a indução dos tratamentos, foram realizadas regas diárias, mantendo o solo próximo da capacidade de campo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constituído por seis tratamentos: dois regimes hídricos (irrigado e não-irrigado) e três espécies de gramíneas, com oito repetições. Cada bloco foi formado por plantas com tamanho uniforme e cada parcela foi constituída por quatro perfilhos iniciais/vaso. Um conjunto de vasos foi mantido com rega diária durante o período experimental (tratamento irrigado), enquanto o outro conjunto teve a suspensão da rega (tratamento não irrigado), marcando o início do experimento, que encerrou aos 12 dias após a suspensão da rega, quando as plantas apresentavam sintomas de murcha e enrolamentos acentuados.

Ao longo do período experimental, foram avaliadas periodicamente as seguintes características: potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ), utilizando-se a câmara de pressão (Soil Moisture - Modelo 3005), e a eficiência fotoquímica do fotossistema II, utilizando-se um fluorômetro portátil (Plant Efficiency Analyser, Hansatech, King's Lynn, Norfolk, UK). O potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ) foi medido antes do nascer do sol, a cada dois dias após a suspensão da rega. A máxima efi-

ciência fotoquímica do fotossistema II (razão  $F_v/F_m$ ) foi avaliada após um período de 30 minutos de adaptação das plantas ao escuro, no meio-dia solar, nos mesmos dias das avaliações de potencial. Tanto as avaliações de potencial hídrico como as de fluorescência foram realizadas na primeira folha a apresentar a lígula completamente exposta, denominada "folhas 0", em quatro plantas de cada espécie e uma folha por indivíduo para cada tratamento. Para avaliar o crescimento das plantas, foi analisada a produção de matéria seca. Ao término do experimento, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e sistema radicular. Em seguida, todo material vegetal foi levado à estufa a 70°C até adquirir massa constante; logo após, foi pesado para obtenção da matéria seca (MS).

As avaliações bioquímicas foram realizadas em lâmina foliar, representando uma região de crescimento, denominada "folha -1", e representando folhas totalmente expandidas, denominadas "folha +1", coletadas às 12 e às 24 horas ao término do experimento. Para as análises bioquímicas, foram realizadas três repetições de cada tipo de folha (-1 e +1) de cada espécie por cada horário de coleta (12:00 e 24:00) e em cada tratamento. Tanto o horário, como o tipo de folha, foram escolhidos como sendo os mais representativos, com base em ensaio preliminar realizado durante um ciclo de 24 horas, no qual foi quantificado teores de açúcares redutores, açúcares solúveis totais, proteínas, aminoácidos e amido nas folhas com diferentes estádios de crescimento.

O extrato bruto foi obtido por meio da homogeneização das amostras de 0,5 g de tecido vegetal em 5 ml de um meio de extração composto de tampão fosfato de potássio 0,1 M pH 7,5 (4,82 ml), CIMg 6H<sub>2</sub>O 0,5 M (100 µL), EDTA 0,1 M (50 µL), DTT 1,0 M (10 mL), PMSF 0,4 M (10 µL) e PVPP (100 mg), metodologia adaptada por Lemos (1996). Esse extrato foi utilizado para as análises quantitativas de açúcares redutores (Miller, 1959), açúcares solúveis totais (Yemm e Willis, 1954), proteínas (Bradford, 1976) e aminoácidos (Yemm e Cocking, 1955) e Amido (Lima, 1998)

As análises de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% das variáveis foram realizadas utilizando-se o programa estatístico MSTAT da Universidade de Michigan (EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ), referentes aos tratamentos irrigado e não-

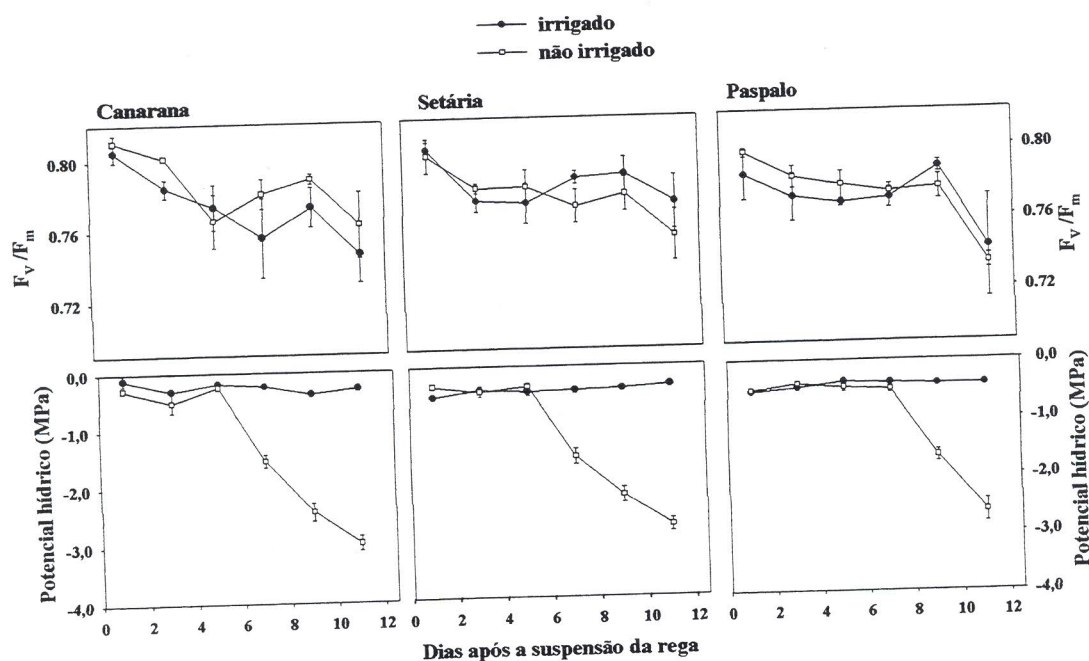
irrigado podem ser verificados na Figura 1. A análise desses resultados mostra que o paspalo diferenciou-se das demais espécies com relação ao tempo necessário para manifestar diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para o  $\psi_f$ , e essa diferença ocorreu ao nono dia, enquanto para a canarana e setária, ao sétimo dia após a suspensão da rega.

Para as três espécies estudadas, o valor mínimo atingido para o  $\psi_f$  em torno de  $-3,0$  MPa foi observado ao décimo primeiro dia após a suspensão da rega, determinando o fim do experimento. O  $\psi_f$  no tratamento irrigado permaneceu constante nas três espécies, próximo de  $-0,3$  MPa, durante o período experimental.

Verificou-se para a canarana e setária que, a partir do sétimo dia após a suspensão da rega, essas espécies já apresentavam seus tecidos bem flácidos, progredindo para uma murcha mais severa no final do experimento. Enquanto o paspalo, antes mesmo de mostrar uma diferença significativa no  $\psi_f$ , entre os regimes hídricos, desde o quinto dia, já apresentava um leve enrolamento, acentuando com o desenvolver do experimento. Observações semelhantes encontram-se em di-

versos trabalhos, entre eles os de Turner e Jones (1980) e Premachandra et al. (1992) em que o enrolamento foliar é associado a uma estratégia para reduzir transpiração, mantendo os estômatos em condições de alta umidade. O fato de o paspalo ter apresentado enrolamento, pode ter auxiliado a manter o  $\psi_f$  alto por mais tempo, apresentando diferença estatisticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os regimes hídricos somente ao nono dia após a suspensão da rega.

A eficiência do fotossistema II, medida pela razão  $F_v/F_m$  (Figura 1), não apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), tanto entre tratamentos como entre espécies, permanecendo durante todo o período experimental entre 0,74 e 0,81. Esses resultados evidenciam que a baixa disponibilidade de água não causou danos no fotossistema II, concordando com Bolhar-Nordenkampf et al. (1989), que relatam que valores de  $F_v/F_m$  entre 0,75 e 0,85 são típicos de plantas não-estressadas. Heckathorn, Delucia e Zielinski (1997), trabalhando com gramíneas, sob condições de deficiência hídrica, em casa-de-vegetação, obtiveram valores de  $F_v/F_m$  entre 0,6-0,7 para plantas no tratamento não-irrigado, um decréscimo de 4 a 8%



**FIGURA 1** - Potencial hídrico antes do amanhecer e  $F_v/F_m$  das três espécies estudadas. As barras representam o erro-padrão da média de quatro repetições. UFLA, Lavras-MG. 1999.

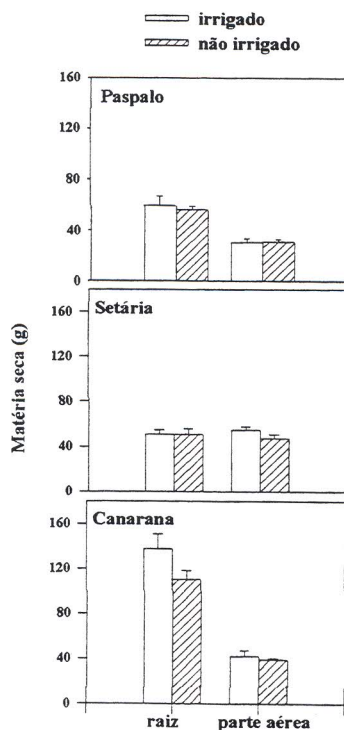
comparado às plantas-controle, indicando poucos danos no fotossistema II. Os resultados obtidos nesses estudos mostraram pouco ou nenhum prejuízo sobre o fotossistema II nas plantas sob baixa disponibilidade de água. Em condições de campo, a deficiência hídrica encontra-se associada a outras condições adversas de ambiente, como temperatura e radiação altas, os danos à eficiência fotoquímica do fotossistema II podem ser mais evidenciados (Chaves, 1991; Valladares e Pearcy, 1997).

Pela Figura 2 verifica-se a produção de matéria seca das três espécies estudadas. Observa-se que os acúmulos de matéria seca das raízes e da parte aérea das espécies não foram afetados pela baixa disponibilidade de água. As espécies *Paspalo* e *canarana* apresentaram uma maior produção de matéria seca para a raiz, enquanto a *setária* manteve uma equivalência na produção de biomassa entre os dois órgãos vegetativos.

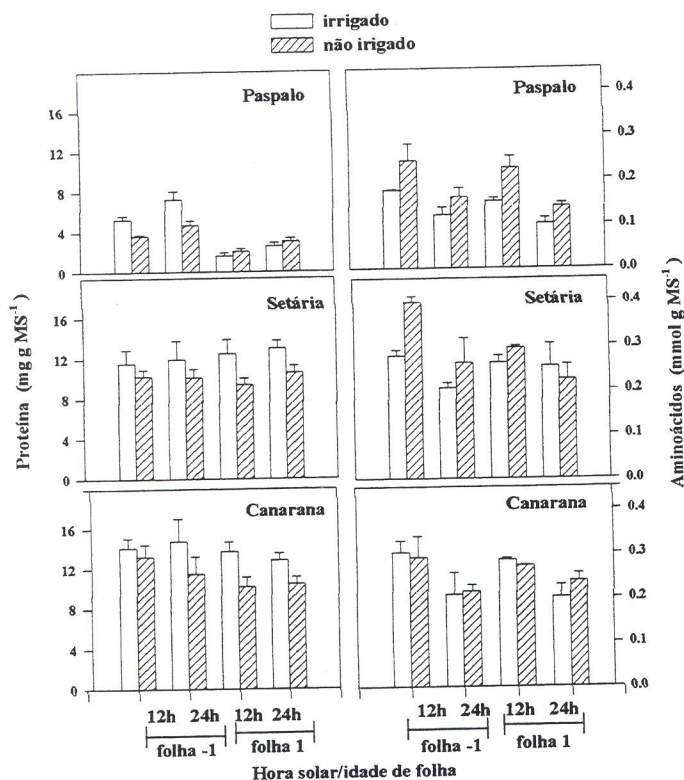
O fato de as espécies *Paspalo* e *canarana* apresentarem uma maior produção de matéria seca para o sistema radicular pode ser um aspecto interessante, pois

com um sistema radicular abundante capaz de promover a agregação das partículas do solo, pode-se evitar, em grande parte, os processos erosivos (Rodrigues, 1985), além da capacidade de exploração de recursos hídricos e minerais do solo. Tais características podem ser consideradas favoráveis em seleção de espécies para revegetação de áreas marginais a rios e reservatórios. Enfim, áreas que estejam sujeitas à erosão.

Pela Figura 3 constata-se que as plantas não irrigadas da *canarana* e *setária* apresentaram uma diminuição no teor de proteínas, mantendo padrão semelhante de comportamento entre horários e idades de folha. Entretanto, observa-se que não ocorreram aumentos significativos nos teores de aminoácidos, com exceção da folha em crescimento da *setária* ao meio-dia, sugerindo que os aminoácidos resultantes da degradação da proteína no tratamento não-irrigado tenham sido utilizados como substrato para a respiração desses tecidos ou exportados para outras regiões drenos (Kigel e Daton, 1982).



**FIGURA 2** - Produção de matéria seca da parte aérea e raiz nas três espécies estudadas. As barras representam o erro-padrão da média de quatro repetições. UFLA, Lavras-MG. 1999.



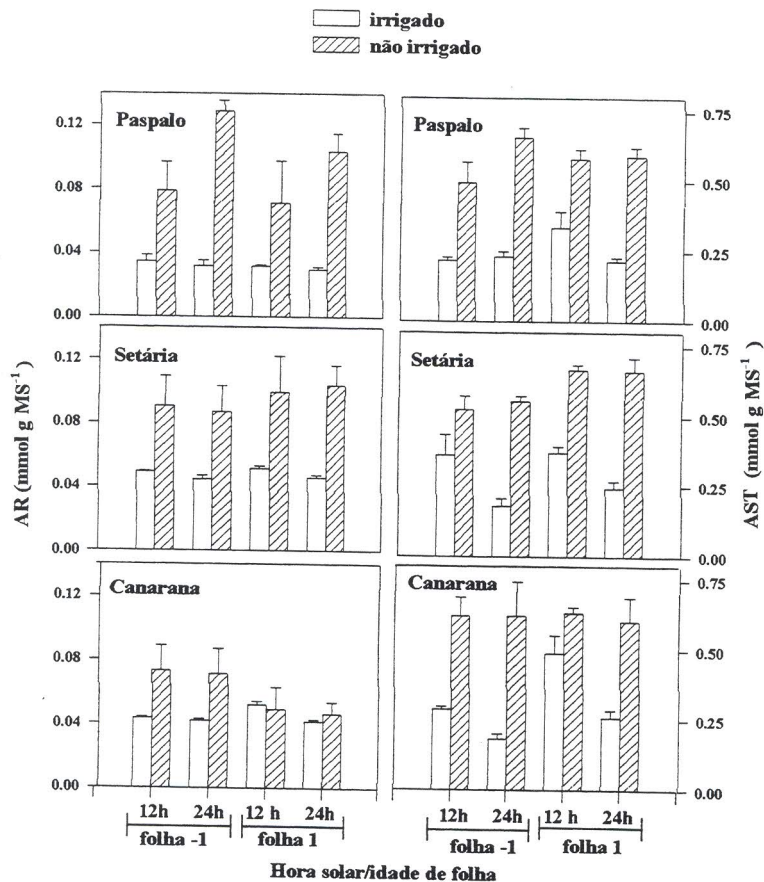
**FIGURA 3** - Teores de proteínas e aminoácidos em folhas -1 e +1 das três espécies estudadas em dois horários de coleta (12 e 24 horas). As barras representam o erro-padrão da média de três repetições. UFLA, Lavras-MG. 1999.

O paspalo foi a espécie que apresentou o menor teor de proteína, com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre folhas, cuja folha -1 apresentou o maior teor de proteína em ambos os tratamentos e horários se comparada à folha +1. O teor de aminoácidos foi superior nas plantas não irrigadas nos dois horários de coleta e idades de folhas, sugerindo que uma queda no conteúdo de proteína dessa espécie pode aumentar o teor de aminoácidos e contribuir como um constituinte osmótico, auxiliando na redução do potencial osmótico. Thomas (1991) sugere que o aumento no aminoácido livre poderia contribuir para a tolerância das plantas ao déficit hídrico, mediante um aumento no potencial osmótico, atuando como soluto compatível e mantendo o potencial hídrico do citoplasma em equilíbrio com o potencial hídrico vacuolar.

Em geral, observa-se na Figura 4, que as espécies apresentaram um aumento no teor de açúcares redutores nas plantas não-irrigadas, com exceção da folha +1 da canarana, que não apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os regimes hí-

dricos. Houve também diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre as espécies, sendo a canarana a que apresentou o menor acúmulo de AR nas plantas não-irrigadas. Oliveira (1985) também observou um aumento nos teores de AR em plantas de cana-de-açúcar sob condições de déficit hídrico e atribuiu esse fato a um aumento na atividade de invertase ácida e neutra simultaneamente ao abaixamento do potencial hídrico do solo, sugerindo que a quebra da sacarose teria um efeito benéfico, não somente dobrando a concentração osmótica da células sem muito gasto de energia, como também contribuiria, a partir da liberação de glicose e frutose, na manutenção da demanda metabólica.

As mais notáveis diferenças de AST entre os tratamentos foram observadas (Figura 4) nas espécies paspalo e canarana na folha -1 em ambos horários de coletas. O maior acúmulo em folhas mais novas pode ser ocasionado por uma importação a partir de folhas com maior eficiência fotossintética, servindo como fonte de solutos para essas regiões de crescimento (Morgan, 1984; Premachandra et al., 1992).



**FIGURA 4** - Teores de açúcares redutores (AR) e açúcares solúveis totais (AST) em folhas -1 e +1 das três espécies estudadas, nos dois horários de coletas (12 e 24 horas). As barras representam o erro padrão da média de quatro repetições. UFLA, Lavras-MG. 1999.

Com relação à folha +1, as espécies apresentaram um comportamento semelhante, não mostrando diferenças entre horários de coleta no tratamento não-irrigado.

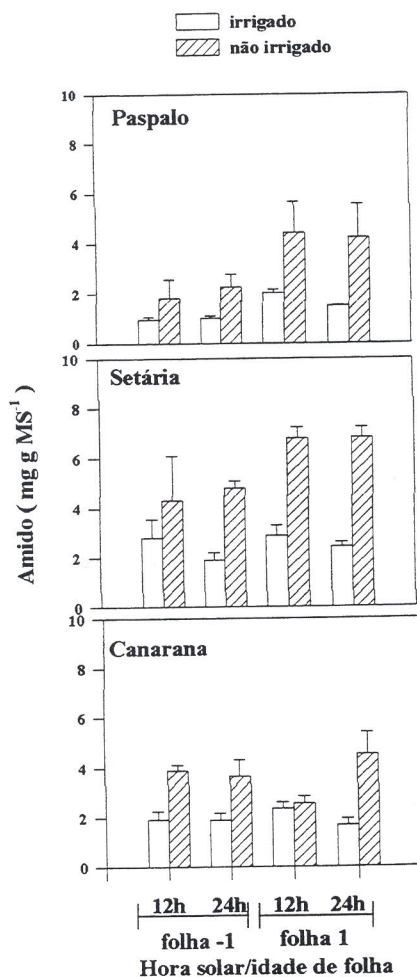
Segundo Premachandra et al. (1992), o aumento na concentração de solutos depende da importação, decréscimo no uso pela respiração, aumento na degradação de macromoléculas ou combinação desses. Os solutos acumulados podem ser utilizados como fonte de energia para uma retomada no crescimento da planta quando esta é reidratada (Rossiello, Fernandes e Flores, 1981).

Os dados de acúmulo de amido das três espécies estão apresentados na Figura 5. Pode-se observar que a folha em crescimento (folha -1) nas três espécies não apresentou diferenças no acúmulo entre os horários de coleta, somente entre os regimes hídricos. Apesar de ser uma folha jovem, podemos considerar que esta já dispunha de regiões as quais estavam em plena atividade fotossintética, não sendo, portanto, mais um dreno. A folha mais velha (folha +1), totalmente expandida, apresentou, com exceção da canarana, maior acúmulo do que as fo-

lhas mais novas. O aumento no acúmulo de amido também foi observado por Lima (1996) em mudas de eucalipto.

Segundo Maranville e Paulsen (1970), Morgan (1984) e Chaves (1991), plantas sob déficit hídrico apresentam um aumento na hidrólise do amido; entretanto, nesse trabalho ocorreu um acúmulo significativo de amido nas plantas não irrigadas.

Esse acúmulo pode ter ocorrido em virtude de uma queda na demanda por assimilados ou, então, estar também relacionado a dificuldades na exportação de carbono das folhas a outras partes da planta. Esse armazenamento na forma de amido, açúcares redutores e açúcares solúveis totais pode possibilitar às espécies um maior arranque de crescimento após o estresse (Lima, 1996).



**FIGURA 5** - Teores de amido em folhas -1 e +1 das três espécies estudadas em dois horários de coleta. As barras representam o erro padrão da média de três repetições. UFLA, Lavras-MG. 1999.



## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam diferentes respostas em relação às características fisiológicas avaliadas para as espécies estudadas, quando submetidas à deficiência hídrica.

A maior concentração de solutos encontradas em plantas sob baixa disponibilidade de água indica uma capacidade de ajustamento osmótico, que é uma característica de interesse em plantas resistentes à seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BJÖRKMAN, O.; POWLES, S.B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interaction with light level. *Planta*, New York, v.161, p.490-504, 1984.
- BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; ÖQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. *Functional Ecology*, v.3, p. 497-514, 1989.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein binding. *Analytical Biochemistry*, New York, v.72, p.248-258, 1976.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.42, n.234, p.1-16, 1991.
- EPRON, D.; DRYER, E. Stomatal and non stomatal limitation of photosynthesis by leaf water deficits in three oak species: a comparison of gas exchange and chlorophyll a fluorescence data. *Annales des Sciences Forestières*, v.47, 435-450, 1990.
- FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review Plant Physiology*, Palo Alto, v.33, p.317-345, 1982.
- HECKATHORN, S.A.; DELUCIA, E.H.; ZIELINSKI, R.E. The contribution of drought-related decreases in foliar nitrogen concentration to decreases in photosynthetic capacity during and after drought in prairie grasses. *Physiology Plantarum*, Copenhagen, v.101, p.173-182, 1997.
- KIGEL, J.; DATON, A. Effects of different durations of water with-holding on regrowth potential and non-structural carbohydrate content in Rhodes grass. *Australian Journal Plant Physiology*, Victoria, v.9, p.113-120, 1982.
- KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v.42, p.313-349, 1991.
- LEMONS, G.B. Crescimento e atividade de enzimas de assimilação do nitrogênio em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) cultivadas com diferentes relações de nitrato e amônio. Lavras: UFLA, 1996. 56p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia/ Fisiologia Vegetal)
- LIMA, D.U. Avaliação sazonal da produção de borracha e do metabolismo do carbono e do nitrogênio em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) cultivadas em Lavras, Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1998. 71p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal).
- LIMA, P.C. Acúmulo e distribuição de matéria seca, carboidratos e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus* spp em solos com diferentes potenciais hídricos. Viçosa: UFV, 1996. 106p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição).
- MARANVILLE, J.E.; PAULSEN, G.M. Alteration of carbohydrate composition of corn (*Zea mays* L.) seedlings during moisture stress. *Agronomy Journal*, Madison, v.62, p.605-608, 1970.
- MILLER, E.L. Use of dinitrosalicylic and reagent for determination of sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v.31, p.426-428, 1959.
- MORGAN, J.M. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.35, p.299-319, 1984.

- OLIVEIRA, L.E.M. **Comportamento fisiológico de plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) sob condições de deficiência hídrica: alterações da assimilação do nitrato e mobilização de açúcares.** Campinas, UNICAMP, 1985. 126p. (Tese – Doutorado em Fisiologia Vegetal)
- OLIVEIRA, L.E.M. **Relatório de Atividades: revegetação de áreas de depleção (Projeto Biologia 2).** Lavras: Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE, 1998. 24p.
- PREMACHANDRA, G.S.; SANEOKA, H.; FUGITA, K.; OGATA, S. Osmotic adjustment and stomatal response to water deficits in maize. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v.43, n.256, p.1451-1456. 1992.
- RODRIGUES, L.R.A. Fatores morfofisiológicos de plantas forrageiras e o manejo das pastagens. In: **CURSO DE MANEJO DE PASTAGENS**, 1., 1985, Nova Odessa. 1985, p.374-378.
- ROSSIELLO, R.O.P.; FERNANDES, M.S.; FLORES, J.P.O. Efeitos da eficiência hídrica sobre o crescimento e a acumulação de carboidratos solúveis de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.4, p.561-566, 1981.
- THOMAS, H. Accumulation and consumption of solutes in swards of *Lolium perenne* during drought and after rewatering. **The New Phytologist**, London, v.118, n.1, p.35-48, 1991.
- TURNER, N.C.; JONES, M.M. Turgor maintenance by osmotic adjustment: a review and evaluation. In: TURNER, N.C.; KRAMER, P.J. **Adaptation of plant to water and high temperature stress.** New York: J. Wiley, 1980. p.87-104.
- VALLADARES, F.; PEARCY, R.W. Interactions between water stress, sun-shade acclimation, heat tolerance and photoinhibition in the sclerophyll *Heteromeles arbutifolia*. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.20, p.25-36, 1997.
- YEMM, E.W.; COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, London, v.80, p.209-213, 1955.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrona. **The Biochemical Journal**, London, v.57, p.508-514, 1954.