



ARTIGO

Efeito do microclima no intercâmbio gasoso potencial de cambará (*Vochysia divergens* Pohl) e lixeira (*Curatella americana* L.) em área de Cerrado

Mario Zortéa Antunes Júnior^{1*}, Francisco de Almeida Lobo², Higo José Dalmagro³, George Louis Vourlitis⁴, Carmen Eugênia Rodríguez Ortiz⁵, Ândrea Carla Dalmolin³, Isabela Codolo de Lucena⁶ e George Sanches Suli³

Recebido: 14 de outubro de 2009

Recebido após revisão: 23 de novembro de 2010

Aceito: 06 de dezembro de 2010

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1546>

RESUMO: (Efeito do microclima no intercâmbio gasoso potencial de cambará (*Vochysia divergens* Pohl) e lixeira (*Curatella americana* L.) em área de Cerrado). O intercâmbio gasoso é afetado pelas condições micrometeorológicas. Porém, em muitos casos, e em especial para espécies nativas, a aclimação das plantas a condições precedentes contribui para o seu desempenho fisiológico posterior. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do microclima sobre o intercâmbio gasoso das espécies *Vochysia divergens* e *Curatella americana* em uma área de Cerrado Mato-Grossense. O trabalho foi realizado no município de Santo Antônio de Leverger, distante 15 km de Cuiabá, no período compreendido de maio a dezembro de 2009. Com base nos resultados, observou-se que as taxas do intercâmbio gasoso de *V. divergens* foram afetadas tanto pelas condições ambientais passadas quanto pelas prevalentes na manhã das medições, com a participação significativa de todas as variáveis microclimáticas estudadas apenas para a segunda situação. Folhas jovens de *V. divergens* demonstraram maior sensibilidade às variações das condições meteorológicas em relação às adultas. Por outro lado, em nenhum momento, as taxas do intercâmbio gasoso de *C. americana* apresentaram correlação significativa com as variáveis ambientais, como se a espécie fosse sensível às mudanças instantâneas das condições microclimáticas, dentro dos limites empregados neste estudo.

Palavras-chave: condutância estomática, ecofisiologia, fotossíntese líquida, transpiração.

ABSTRACT: (Effect of microclimate on the potential gas exchange in Cambará tree (*Vochysia divergens* Pohl) and Sandpaper Tree (*Curatella americana* L.) in the Cerrado, Brazil). Leaf gas exchange is affected by micrometeorological conditions, but in many cases and especially for native species, plant acclimation to prior conditions contributes to their physiological performance later. In this sense, the objective of this research was to assess the association between leaf gas exchange and climate variables prevailing at the time of measurement and taken as average values of the previous day, for two plant species *Vochysia divergens* and *Curatella americana* representatives of the region and two leaf ages (young and adult), in the case of *V. divergens*. The work was performed in a pasture in the Cerrado of Mato Grosso, located in Santo Antonio de Leverger 15 km SSE from Cuiabá, for the period between May and December of 2009. Based on the results, it was observed that *V. divergens* gas exchange rates were affected by both the past environmental conditions and prevailing conditions on the morning of the measurements. Within the ages of leaves of *V. divergens*, the young leaves showed greater sensitivity to variations in weather conditions as compared to older leaves. In contrast, the gas exchange of *C. americana* leaves were not significantly correlated with environmental variables. It's like *C. americana* respond instantly to changes in microclimate that occur in the environment.

Key words: ecophysiology, net photosynthesis, stomatal conductance and transpiration.

INTRODUÇÃO

O Cerrado, a segunda maior formação vegetal do Brasil, apresenta grande diversidade fisionômica e florística em seus domínios (Borges & Shepherd 2005). No entanto, grande parte das áreas de Cerrado já não possui mais a cobertura vegetal original, sendo atualmente ocupada por paisagens antrópicas (Silva *et al* 2002). Com o agravamento dos problemas ambientais devido ao avanço das fronteiras agrícolas no Cerrado, em detrimento das áreas naturais, tem aumentado o interesse dos pesquisadores

em estudar as conseqüências dessas transformações e procurar soluções (Coutinho 2006).

Uma importante ferramenta para a compreensão de como determinada espécie ou determinado genótipo utiliza os recursos disponíveis no ambiente e de como as flutuações sazonais destes recursos afetam a produtividade primária das plantas, é o monitoramento periódico das variações sazonais e diurnas do potencial hídrico foliar e das trocas gasosas, principalmente quando associadas com medições da condutância estomática e das variações

1. Doutorando (CAPES) pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, Campus Universitário. CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil.

2. Professor, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, Brasil.

3. Doutorando (CAPES) pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, Brasil.

4. Professor, Biological Sciences Department, California State University. San Marcos, CA92096, Califórnia, USA.

5. Professora, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, Brasil.

6. Doutoranda (CNPq) pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: mariozortea@hotmail.com

climáticas e edáficas.

De acordo com Larcher (2004), fatores climáticos como temperaturas excessivamente altas ou baixas e precipitação deficiente são significativas fontes de estresse abiótico, sendo que mudanças interanuais nas variáveis climáticas podem reduzir a acumulação de biomassa e aumentar a senescência (Lee *et al* 2002). Além disso, a variação sazonal da taxa de fotossíntese e da condutância dos estômatos em espécies arbóreas, nas regiões tropicais, também está relacionada com as condições de déficit de pressão de vapor do ar, temperatura do ar e principalmente umidade do solo, característica de cada estação do ano (Eamus & Cole 1997, Prior *et al* 1997).

Estudos detalhados sobre as repostas e a regulação da abertura estomática, em função da variação do estágio fisiológico da espécie e de cada fator ambiental, têm sido feitos com sucesso em laboratório. Porém, sob condições naturais, devido à variação dos fatores ambientais, a avaliação dos mecanismos de regulação de abertura estomática e das trocas gasosas é mais complexa. Nas condições de Cerrado, observam-se em espécies arbóreas da região, que fluxos característicos de crescimento vegetativo ocorrem em função das estações do ano e que, possivelmente, estão relacionados com variações na taxa de fotossíntese. No entanto, encontram-se poucas referências a estudos sobre fotossíntese em diferentes meses do ano para o referido bioma.

Para isso, o conhecimento das interações de alguns atributos fisiológicos com variáveis microclimáticas, principalmente em espécies importantes no bioma Cerrado, como o cambará (*Vochysia divergens* Pohl, Vochysiaceae) e a lixeira (*Curatella americana* L., Dilleniaceae), é de grande importância para o entendimento do comportamento dessas plantas no ambiente em questão.

Ambas as espécies são consideradas como pioneiras e invasoras de pastagens. *Curatella americana* é classificada como planta decídua e suas folhas possuem uma duração média de 12 meses, sendo uma característica marcante para a maioria de plantas decíduas a substituição por completa de suas folhas no final da estação seca (Araújo & Haridasan 2007) e início da estação chuvosa (Franco 2002). *Vochysia divergens* possui fenologia de plantas sempre-verdes, sendo caracterizada pela maior longevidade de folhas, que permanecem por no mínimo um ano na planta (Franco *et al* 2005). Outra diferença marcante entre *C. americana* e *V. divergens* é pela primeira ser natural da região dos Cerrados e por apresentar características xeromórficas, consideradas como estratégicas na redução da perda de água para os meses do período seco, típicos do clima sazonal das Savanas Tropicais (Santos *et al* 2006). Já *V. divergens* é original da região Amazônica e apresenta características ecológicas e fisiológicas, tais como tolerância ao alagamento, altas taxas de crescimento e grande produção de sementes facilmente dispersadas pelo vento e pela água, as quais favorecem sua rápida colonização e dominância em campos sazonalmente inundados (Arieira & Nunes da Cunha 2006, Santos *et al* 2006).

Devido à escassez de estudos envolvendo a ecofisiologia da lixeira e do cambará em condições de campo, teve-se como objetivo avaliar o grau de associação entre variáveis do intercâmbio gasoso foliar e elementos do microclima prevalentes no momento da medição e tomados como valores médios do dia anterior, para duas espécies vegetais (*C. americana* e *V. divergens*) e duas idades de folhas (jovens e adultas), no caso de *V. divergens*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi conduzido em uma área de pastagem situada no município de Santo Antônio de Leverger, mais precisamente na Fazenda Miranda, localizada a 15 km a sudeste de Cuiabá (15°43'53,65"S e 56°04'18,88"O; altitude média de 157 m). É uma região de savana sazonal com uma camada relativamente contínua de gramíneas perenes e uma camada descontínua de árvores pequenas e arbustos. A maioria das árvores e arbustos possuem uma casca grossa, troncos retorcidos e folhas escleromórficas.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com uma temperatura média mensal variando entre 22°C e 28°C, e uma precipitação média anual de 1320 mm.ano⁻¹. Nesta área ocorre um período de déficit hídrico, o qual se inicia em maio e termina em setembro, sendo que, do início de junho ao final de agosto a precipitação média mensal é menor que 15 mm e a evapotranspiração média mensal ultrapassa os 75 mm.

O solo é pouco desenvolvido, em consequência da exposição recente, com ocorrência de solos litólicos distróficos, os quais também podem se apresentar na forma de concrecionários (Plintossolos) distróficos, às vezes epicascalhentos (EMBRAPA 1999).

Amostragem e medidas de intercâmbio gasoso

Foram selecionados cinco indivíduos jovens de cada espécie, com altura aproximada de 3m e que ainda não atingiram a fase reprodutiva, e que cresciam no campo em condições naturais. As medições de intercâmbio gasoso foram realizadas uma vez por mês, no período compreendido entre maio e dezembro de 2009. As medidas foram realizadas durante o período da manhã, das 7h:30min às 12h:30min (horário local), em folhas totalmente expostas ao sol, sem sinais de injúrias, herbivoria ou ataque de patógenos e localizadas no terço médio da copa. Considerou-se folha jovem (*FJ*) a primeira folha do ramo, e folha adulta (*FA*) a terceira folha no sentido basípeto.

Utilizando-se um sistema portátil de medição da fotossíntese modelo LI-6400 (LI-COR, Inc., Lincoln, NE, USA), foi realizada uma primeira avaliação do intercâmbio gasoso, medindo-se a condutância estomática (g_s), taxa fotossintética líquida potencial (*A*) e a taxa transpiratória (*E*). O equipamento foi ajustado para fornecer

uma condição potencial à planta, com densidade de fluxo fotossinteticamente ativo (PAR) de $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, temperatura do bloco de 28°C , umidade relativa do ar de referência próxima de 60% e a concentração de CO_2 do ar de referência de $400 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$, a fim de padronizar as condições nas quais as plantas foram avaliadas.

Para obtenção das variáveis microclimáticas, foi instalada uma estação meteorológica automática numa torre micrometeorológica, localizada próxima do sítio experimental. Na estação, estavam acoplados sensores de temperatura e umidade relativa do ar modelo HMP 45AC (Vaisala, Inc., Helsinki, Finland), e um sensor quantum modelo LI-190SB-L (LI-COR Biosciences, Inc., Lincoln, NE, USA), mediu a radiação fotossinteticamente ativa (PAR). O déficit de pressão de vapor d'água do ar (dpv) foi calculado pela diferença entre a pressão de vapor d'água do ar saturado (e_s) e a pressão de vapor d'água do ar atual (e), conforme a eq. (1):

$$dpv = e_s - e \quad (1)$$

A pressão de vapor d'água do ar saturado (e_s) foi calculada aplicando-se a eq. (2):

$$e_s = 0,6108 \times 10^{\left(\frac{7,5T}{237,3+T}\right)} \quad (2)$$

em que, T é a temperatura do ar, em $^\circ\text{C}$, e e_s expressa em kPa.

A pressão de vapor d'água do ar atual (e), por sua vez, foi calculada pela eq. (3):

$$e = \frac{e_s \times UR}{100} \quad (3)$$

em que, UR é a umidade relativa atual do ar, em %.

Os equipamentos da estação meteorológica foram alimentados com tensão de 12 V por uma bateria de 150 Ah, carregada por meio de um painel solar de 65 W e

com regulador de tensão. Os dados micrometeorológicos foram coletados por meio de sensores de aquisição de dados, ligados a um datalogger CR 1000 (Campbell Scientific, Inc., USA), com intervalo de leitura de 30 segundos e registro das médias a cada 30 minutos.

Análise estatística

Neste trabalho o coeficiente de correlação r foi utilizado para verificar a relação entre as variáveis de intercâmbio gasoso (g_s , A , E) e variáveis ambientais (PAR , T , UR , dpv) da manhã do mesmo dia (7h:30min às 12h:30min) e da média diária anterior à medição do intercâmbio gasoso.

Devido à característica de sempre-verdes de *V. divergens*, foi possível correlacionar variáveis ambientais com as variáveis do intercâmbio gasoso de duas idades de folhas (FJ , FA). Para *C. americana*, considerou-se apenas a idade em que as folhas se encontravam no momento da medição.

Para cada variável das trocas gasosas (g_s , A , E) foi aplicado à técnica do "bootstrap" com 1000 sub-amostragens, com o intuito de se obter os intervalos de confiança dos resultados e permitir, com isso, a comparação de médias entre as variáveis (Christie 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização climática

Pelo resumo das condições meteorológicas ocorridas entre maio e dezembro de 2009 na área experimental (Fig. 1), é possível observar que durante todo o período do estudo houve precipitação, mesmo para os meses que geralmente não apresentam tal fenômeno para a região de Santo Antônio de Leverger, como é o caso de junho, agosto e setembro (Diniz *et al* 2008, Penso *et al* 2009).

O dpv apresentou a maior média para o mês de agosto, período também caracterizado pela menor UR observada durante o estudo. T apresentou valores mais baixos nos

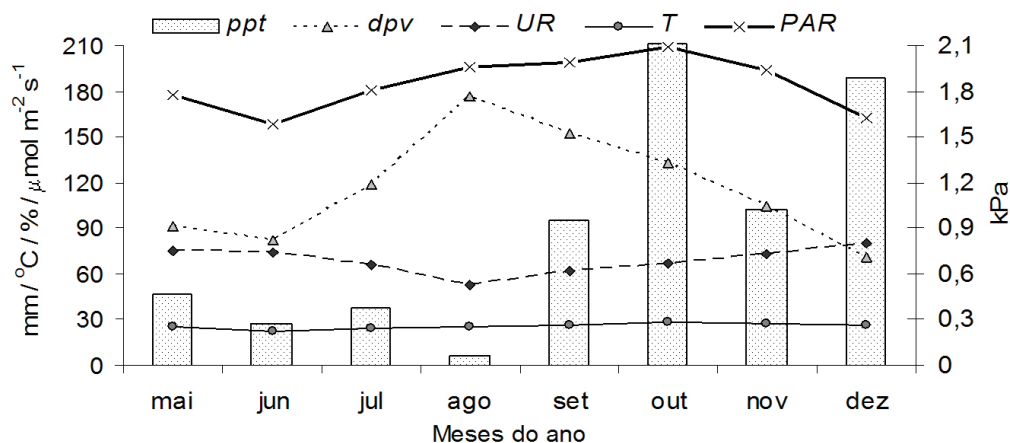


Figura 1. Médias mensais da precipitação pluviométrica (ppt , em mm), umidade relativa do ar (UR , em %), temperatura média do ar (T , em $^\circ\text{C}$), radiação fotossinteticamente ativa (PAR , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e déficit de pressão de vapor do ar (dpv , em kPa) na Fazenda Miranda, para o período compreendido entre maio e dezembro de 2009.

meses de junho e julho, com médias de 22,9 e 24,3 °C, respectivamente, e os meses mais quentes foram outubro e novembro, com médias de 28,1 e 27,8 °C, respectivamente. *PAR* apresentou as menores médias para junho e dezembro, o que está associado com a diminuição da incidência da radiação solar na região e a atenuação da radiação solar pela nebulosidade característica da época chuvosa, respectivamente.

Comportamento das espécies durante o período do estudo

Segundo Lenza & Klink (2006), variações quanto ao grupo fenológico podem ocorrer de acordo com as condições edáficas ou climáticas, podendo as espécies apresentar plasticidade fenotípica. O termo plasticidade fenotípica refere-se à capacidade que alguns indivíduos possuem de alterar suas características externas (fenótipo) sem que mudanças genotípicas sejam necessárias (Scheiner 1993). Para a *C. americana*, esta plasticidade foi observada, uma vez que durante o período de estudo a distribuição da precipitação não foi a mesma comparada aos anos anteriores.

Devido às alterações no regime pluviométrico no período de observação, com antecipação das chuvas, pôde-se observar que, no final da estação seca, época em que a *C. americana* fica totalmente sem as folhas, haviam folhas de duas épocas diferentes presentes na mesma árvore, algumas desenvolvidas durante a temporada anterior, e folhas novas que estavam em desenvolvimento, fazendo com que *C. americana* se comportasse como plantas brevidecíduas. Essa alteração é comum, segundo Peixoto (2007).

Durante todo o período de estudo, verificou-se que *V. divergens* lançava novas folhas, ou seja, sempre haviam folhas jovens e adultas ao longo do tempo.

Avaliação do intercâmbio gasoso potencial

Os valores médios da fotossíntese (*A*) para *V. divergens*, observados no período experimental (Tab. 1), ficaram em torno de 11,5 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 9,5 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, para folhas jovens e adultas, respectivamente, não havendo diferença significativa entre esses valores. É sabido que, durante o desenvolvimento das plantas, a atividade fotossintética por área foliar aumenta com a idade da folha, até a sua expansão máxima, decrescendo após, até a sua senescência

(Pimentel & Rossiello 1995). Segundo Kikuzawa (1995), em espécies com contínua produção de folhas, novas folhas emergem quando a capacidade fotossintética da folha imediatamente inferior decresce ou se torna senescente. Kitajima *et al.* (2002) acrescenta que o declínio na taxa fotossintética não é um descontrolado mecanismo de deteriorização fisiológica, mas é causada por uma redistribuição de recursos, especialmente de nitrogênio em folhas jovens para favorecer o ganho fotossintético.

Para *C. americana* observou-se um valor médio de *A* (12,0 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) maior do que de folhas adultas de *V. divergens*, mas não diferente das folhas jovens (Tab. 1). Os valores de *A* obtidos neste trabalho são considerados elevados em comparação aos relatados por Rossatto (2008), o qual encontrou valores de *A* entre 5 e 10 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ao estudar a sazonalidade nos padrões fotossintéticos e nutricionais em espécies de Cerrado *sensu stricto* e de Mata de Galeria. Vale ressaltar que as medições do intercâmbio gasoso dos trabalhos citados acima foram realizadas em condições naturais de campo, ao contrário do presente trabalho, o qual foi baseado em medições feitas em condições potenciais.

Ao observar a Tabela 1, verifica-se que *C. americana* apresentou o maior valor médio de g_s (0,32 $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), diferindo de ambas as idades de folhas de *V. divergens*. Para g_s de FJ de *V. divergens* (0,21 $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) foi observado valor próximo das folhas adultas (0,19 $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), não havendo diferença entre os mesmos. Segundo a literatura, os valores de g_s , no geral, foram maiores do que encontrado para comunidades florestais estudadas na floresta de transição Amazônia-Cerrado (Miranda *et al* 2005), assim como observados para plantas no Cerrado (Prado *et al* 2004).

Da mesma forma observada em *A*, a *E* média de *C. americana* (3,79 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) não apresentou diferença significativa em relação à *E* de folhas jovens de *V. divergens* (3,46 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), mas foi maior que as folhas adultas (2,90 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), considerando que, entre as duas idades de folhas de *V. divergens* não houve diferença significativa (Tab. 1). Em comparação com espécies do Cerrado, os valores médios de *E* observados neste trabalho se mostraram maiores do que relatado por Rossatto (2008). Novamente, deve-se considerar que os resultados das trocas gasosas encontrados no presente trabalho foram realizados em condições potenciais.

Tabela 1. Valores médios potenciais de fotossíntese (*A*), condutância estomática (g_s) e transpiração (*E*) de folhas de plantas de *V. divergens* (FJ e FA) e *C. americana*, observados ao longo do período experimental.

Variável	Espécie – idade das folhas	Média	Intervalo de Confiança da Média (95%)	
			Limite Superior	Limite Inferior
<i>A</i> ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	<i>V. divergens</i> – FJ	11,57 ab	12,74	10,46
	<i>V. divergens</i> – FA	9,55 b	10,62	8,51
	<i>C. americana</i>	12,06 a	13,02	11,07
g_s ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	<i>V. divergens</i> – FJ	0,21 b	0,25	0,18
	<i>V. divergens</i> – FA	0,19 b	0,23	0,15
	<i>C. americana</i>	0,32 a	0,37	0,27
<i>E</i> ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	<i>V. divergens</i> – FJ	3,46 ab	3,91	3,03
	<i>V. divergens</i> – FA	2,90 b	3,28	2,57
	<i>C. americana</i>	3,79 a	4,10	3,47

Tabela 2. Correlação entre as variáveis microclimáticas do dia anterior à medição e a fotossíntese (*A*), condutância estomática (*g_s*) e transpiração (*E*) de folhas jovens (*FJ*) e adultas (*FA*) de *V. divergens*. Sendo que *r* é o coeficiente de correlação e *P* o erro que se comete rejeitando a hipótese de nulidade.

Variáveis	Idade da folha	Análise de correlação entre variáveis microclimáticas							
		PAR		T (°C)		UR		dpv	
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	<i>FJ</i>	0,221	0,330	-0,160	0,536	0,601	0,010	-0,610	0,009
	<i>FE</i>	-0,346	0,146	-0,033	0,893	0,337	0,170	-0,338	0,168
<i>g_s</i>	<i>FJ</i>	0,316	0,151	-0,063	0,807	0,548	0,022	-0,553	0,021
	<i>FE</i>	0,196	0,419	-0,274	0,270	0,582	0,011	-0,528	0,024
<i>E</i>	<i>FJ</i>	0,417	0,052	-0,204	0,430	0,472	0,055	-0,471	0,056
	<i>FE</i>	0,101	0,680	-0,190	0,448	0,063	0,802	-0,043	0,864

Avaliação do grau de associação entre as variáveis microclimáticas e as do intercâmbio gasoso

O processo de abertura e fechamento estomático é um fenômeno complexo e está relacionado principalmente com a intensidade de luz, concentração intercelular de CO₂, ao estado hídrico da planta, à demanda evaporativa da atmosfera e à disponibilidade de água no solo (Paiva *et al* 2005, Lobo *et al* 2007, Costa & Marengo 2007, Silva *et al* 2009).

De acordo com os resultados deste trabalho (Tab. 2), apenas *A* e *g_s* correlacionaram-se com as variáveis microclimáticas *UR* e *dpv* do dia anterior, para folhas de *V. divergens* consideradas jovens. No caso das folhas adultas, apenas *g_s* correlacionou com *UR* e *dpv*. Segundo Begg & Turner (1976), os efeitos causados na atividade fotossintética, em situações de adversidade climática, são maiores em tecidos jovens do que em adultos, o que pode explicar a correlação de *A* com *UR* e *dpv* apenas para *folhas jovens*.

De forma geral, nota-se que a *UR* do dia anterior influenciou diretamente *A* e *g_s* (Tab. 2). Desta forma, pode-se constatar que o sinal negativo do coeficiente de correlação entre *dpv* e *A* e *g_s* indicou que a medida que este parâmetro climático aumentou, reduziu-se a *g_s* e consequentemente a *A*, fato igualmente observado por Dias & Marengo (2007) ao trabalhar com a fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara. Segundo Machado & Lagôa (1994), condições propícias à fixação do carbono favorecem a abertura do estômato, enquanto condições propícias à perda de água favorecem-lhe o fechamento, como é o caso de baixa *UR* e elevado *dpv*.

Ao estudar a regulação sazonal da transpiração para quatro espécies sempre-verdes do Cerrado, Meinzer *et al.* (1999) encontraram correlação significativa entre *g_s* e *dpv*, e concluíram que a transpiração nessas espécies foi limitada, em partes, pela elevada demanda evaporativa

da atmosfera. Nunes da Cunha *et al.* (2000) e Nunes da Cunha & Junk (2004) comentam que *V. divergens* possui baixa tolerância ao estresse do período seco devido às suas características ecofisiológicas, o que pode estar influenciando para que ocorra o resultado significativo das correlações.

Estudando a fenologia de espécies lenhosas sempre-verdes e decídua no Cerrado, Damascos *et al.* (2005) observaram que, por possuírem um sistema radicular mais curto e apresentarem a persistência de folhas durante o ano todo, as plantas sempre-verdes demandam maior quantidade de água ao longo do período anual. Isso faz com que espécies como *V. divergens*, se tornem mais dependentes de alguns fatores climáticos, como a pluviosidade, do que as espécies decíduas, para, por exemplo, manterem as taxas de crescimento de ramos e da longevidade das folhas.

Naves-Barbiero *et al.* (2000), estudando o fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies sempre-verdes do Cerrado, concluíram que ambas as espécies não foram capazes de extrair água do solo na quantidade suficiente para fazer frente à alta demanda evaporativa da atmosfera e exerceram um controle estomático rígido nas taxas de transpiração, com queda acentuada do fluxo de seiva.

Por outro lado, nota-se que a análise de correlação não identificou uma associação significativa entre as variáveis microclimáticas da média diária anterior com as variáveis do intercâmbio gasoso, no caso da espécie *C. americana*, demonstrando que a condição climática ocorrida no dia passado não afetou de forma significativa as trocas gasosas (Tab. 3).

O suprimento de água para uma planta e, consequentemente, sua atividade fotossintética, resultam de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. As influências recíprocas entre esses componentes básicos tornam o sistema dinâmico

Tabela 3. Correlação entre as variáveis microclimáticas da manhã anterior à medição e a fotossíntese (*A*), condutância estomática (*g_s*) e transpiração (*E*) de folhas de plantas de *C. americana*. Sendo que *r* é o coeficiente de correlação e *P* o erro que se comete rejeitando a hipótese de nulidade.

Variáveis	Análise de correlação entre variáveis microclimáticas							
	PAR		T (°C)		UR		dpv	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	-0,305	0,055	0,417	0,021	0,174	0,355	0,019	0,920
<i>g_s</i>	-0,037	0,819	-0,066	0,728	0,223	0,234	-0,210	0,263
<i>E</i>	0,021	0,892	-0,013	0,944	0,286	0,124	-0,219	0,243

Tabela 4. Correlação entre as variáveis microclimáticas da manhã da medição e a fotossíntese (*A*), condutância estomática (g_s) e transpiração (*E*) de folhas jovens (*FJ*) e adultas (*FA*) de *V. divergens*. Sendo que *r* é o coeficiente de correlação e *P* o erro que se comete rejeitando a hipótese de nulidade.

Variáveis	Idade da folha	Análise de correlação entre variáveis microclimáticas							
		PAR		T (°C)		UR		dpv	
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	<i>FJ</i>	0,042	0,851	-0,584	0,013	0,538	0,025	-0,737	0,001
	<i>FE</i>	0,231	0,341	0,092	0,714	0,313	0,205	-0,159	0,527
g_s	<i>FJ</i>	0,170	0,448	-0,478	0,051	0,584	0,013	-0,725	0,001
	<i>FE</i>	0,624	0,004	-0,353	0,150	0,465	0,051	-0,532	0,022
<i>E</i>	<i>FJ</i>	0,359	0,100	-0,363	0,152	0,298	0,243	-0,389	0,122
	<i>FE</i>	0,522	0,021	0,012	0,960	-0,031	0,899	0,110	0,663

e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica e a fotossíntese da planta dependerão sempre da combinação desses três segmentos (Santos & Carlesso, 1998). No caso de *C. americana*, uma possível explicação para as não-correlações apresentadas na Tabela 3, entre as variáveis ambientais e das trocas gasosas, podem estar associadas com a maior influência dos fatores solo e/ou planta dentro do sistema solo-planta-atmosfera, principalmente em espécies adaptadas às condições de seca que ocorre em certas épocas do ano nos ambientes de Cerrado. Para Wenhui & Prado (1998), a maioria das espécies do Cerrado, na época seca, ajustam seus mecanismos internos para reforçar a capacidade de absorver a água do solo mais seco, mantendo um gradiente potencial de água do solo para a folha, enquanto outras possuem uma forte habilidade de armazenar água em seus corpos em resposta ao severo estresse hídrico. Segundo Jackson *et al.* (1999), as espécies decíduas geralmente possuem sistema radicular mais profundo do que as espécies sempre-verdes, o que as torna menos dependentes de chuvas para a expansão de folhas, por exemplo. Além disso, a redução da área de transpiração foliar que acontece em espécies decíduas, melhora o estado hídrico das plantas e permite que ocorra a produção de flores e folhas, mesmo durante a estação seca (Damascos *et al.* 2005).

De forma geral, todas as variáveis ambientais da manhã da medição passaram a afetar de forma significativa as trocas gasosas de *V. divergens* (Tab. 4), o que não foi observado para o dia anterior (Tab. 2).

Segundo Gonçalves *et al.* (2009), alterações nos fatores abióticos afetam sobremaneira a atividade fisiológica das plantas em suas diferentes fases de crescimento. Fatores como alta irradiância e baixa disponibilidade hídrica ou nutricional tornam mais difícil o sucesso no estabelecimento das plantas na fase juvenil. Pela Tabela 4, observa-se que a *PAR* se correlacionou de forma positiva com as variáveis g_s e *E*, apenas para o caso de folhas adultas de *V. divergens*. Correlações da *PAR* com

variáveis das trocas gasosas também foram relatadas por alguns autores (Nogueira *et al.* 1998, Silva *et al.* 2003). Segundo Lobo *et al.* (2007), é possível que o estágio de desenvolvimento, os fatores de estresse e a combinação das variáveis associadas ao controle estomático possam interferir na correlação entre *PAR* e elementos do intercâmbio gasoso.

De modo contrário à *PAR*, apenas a *A* de folhas jovens foi afetada pela *T*, mas com efeito negativo (Tab. 4). Esse é um sinal de que as folhas jovens são mais sensíveis a esta variável meteorológica do que as folhas adultas. Mariano *et al.* (2009) também verificaram menor efeito da temperatura em folhas mais velhas de *Myracrodruon urundeuva*. Na verdade, a *T* afeta todas as reações bioquímicas de *A*. Sob condições atmosféricas normais de concentração de CO_2 , a medida que se aumenta a *T*, há um correspondente incremento na atividade carboxilativa da Rubisco. Contudo, incrementos adicionais concorrem para diminuir a afinidade da Rubisco pelo CO_2 devido ao incremento na fotorrespiração. Por outro lado, o processo respiratório também é incrementado com o aumento da *T*, e somando-se à fotorrespiração, ambos os processos reduzem a taxa fotossintética líquida (Taiz & Zeiger, 2004). Demais correlações entre *T* e *PAR* e variáveis do intercâmbio gasoso foram relatadas por alguns autores (Nogueira & Silva 2002, Silva *et al.* 2008), conforme também observado neste trabalho, para a espécie *V. divergens*.

Para *UR*, houve correlação significativa apenas com *A* e g_s de folhas jovens e, no caso do *dpv*, além da correlação com *A* e g_s de folhas jovens, houve também correlação negativa com g_s de folhas adultas (Tab. 4), quase que de forma semelhante ao apresentado na Tabela 2. Segundo Mariano *et al.* (2009), as folhas jovens são as mais sensíveis às variações do meio devido ao fechamento mais efetivo dos estômatos em decorrência do seu estado das células da lâmina foliar, ainda, imaturo.

Trabalhando com *Carapa guianensis*, uma espécie de

Tabela 5. Correlação entre as variáveis microclimáticas da manhã da medição e a fotossíntese (*A*), condutância estomática (g_s) e transpiração (*E*) de folhas de plantas de *C. americana*. Sendo que *r* é o coeficiente de correlação e *P* o erro que se comete rejeitando a hipótese de nulidade.

Variáveis	Análise de correlação entre variáveis microclimáticas							
	PAR		T (°C)		UR		dpv	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>A</i>	-0,274	0,087	0,394	0,031	-0,005	0,989	0,079	0,675
g_s	0,110	0,498	-0,074	0,694	0,226	0,229	-0,184	0,327
<i>E</i>	-0,074	0,649	-0,115	0,543	0,133	0,482	-0,137	0,470

crescimento rápido, Costa & Marengo (2007) concluíram que tanto a A como a g_s são parâmetros da planta que respondem simultaneamente a um conjunto de fatores que interagem de forma coordenada, mas altamente complexa. Para clones de *Eucalyptus*, uma espécie sempre-verde, Tatagiba *et al.* (2007) observaram que as variáveis fisiológicas (A , g_s e E) acompanharam a demanda evaporativa da atmosfera, e que o aumento do dpv , da PAR , da T e o abaixamento da UR favorece a redução dos valores das trocas gasosas. Alguns autores vão além ao afirmar que a transpiração de algumas espécies lenhosas dependem mais das condições atmosféricas do que da disponibilidade de água no solo (Sarmiento *et al.*, 1985).

Pela Tabela 5 é possível observar que não houve nenhuma correlação significativa entre as variáveis ambientais e as variáveis do intercâmbio gasoso, da mesma forma observada na Tabela 3. Segundo Larcher (2004), a capacidade fotossintética é uma característica intrínseca de cada espécie vegetal, sendo que as trocas gasosas mudam durante o ciclo do desenvolvimento do indivíduo e dependem do curso anual e até mesmo do curso diário das flutuações ambientais (luz, temperatura, etc) em torno do vegetal.

É possível também que esse resultado possa estar relacionado com algumas características anatômicas encontradas nas folhas de *C. americana*. Segundo Oliveira & Castro (2002), a presença de um grande número de tricomas em ambas as faces da epiderme pode ser um caractere de adaptação às condições áridas, pois eles mantêm uma superfície saturada em vapor d'água sobre a folha, o que ajuda na diminuição da temperatura e transpiração foliar, que interferem na assimilação de CO_2 (Oliveira *et al* 2007). Além disso, Oliveira & Castro (2002) também observaram que os estômatos aparecem apenas em reentrâncias da face inferior da folha, conferindo-lhe a característica de folhas de ambientes mais secos (hipoestomáticas), e que apresentam reações rápidas de fechamento estomático, o que poderia atuar na redução da transpiração.

Além dos fatores morfológicos e anatômicos citados anteriormente, os quais beneficiam as plantas nativas e adaptadas à condição de restrição hídrica dos Cerrados contra a excessiva perda de água, outro acontecimento importante que pode ter influenciado para que as variáveis ambientais não influenciassem de forma significativa às trocas gasosas de *C. americana*, foi o elevado índice pluviométrico observado durante o período de estudo (Fig. 1), e que pode ter ocasionado uma menor demanda evaporativa da atmosfera, refletindo em melhores condições para a realização da fotossíntese. Vários são os autores que observaram um efeito sazonal na abertura estomática de plantas do Cerrado (Moraes & Prado 1998, Naves-Barbiero *et al* 2000, Prado *et al* 2004, Monteiro & Prado 2006). Na maioria dos casos, a g_s diminui na estação seca, quando a demanda evaporativa da atmosfera aumenta consideravelmente. Além disso, o decréscimo na disponibilidade de água no solo que ocorre em períodos de seca, ocasiona queda no potencial da água nas folhas

das plantas, levando à perda de turgescência e também à redução da g_s . A redução da taxa de assimilação de CO_2 durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de CO_2 no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo. Esse aumento da resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO_2 determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese (Paiva *et al* 2005).

CONCLUSÕES

O intercâmbio gasoso foliar de *V. divergens* foi afetado pelas condições ambientais do dia anterior e da manhã das medições, com a participação significativa de todas as variáveis microclimáticas estudadas apenas para a segunda situação. Folhas jovens de *V. divergens* demonstraram maior sensibilidade às variações das condições meteorológicas em relação às adultas. Em nenhum momento as taxas do intercâmbio gasoso foliar de *C. americana* apresentaram correlação significativa com as variáveis ambientais, sugerindo que a espécie foi sensível às mudanças instantâneas das condições microclimáticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Dr. Clóvis Nobre de Miranda por autorizar a realização da pesquisa em sua propriedade. Também expressam sua gratidão aos órgãos de fomento pelo financiamento dos projetos e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Pós-Graduação que possibilitaram levar a cabo a pesquisa, quais sejam, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e ao Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.F. & HARIDASAN, M. 2007. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(3): 533-542.
- ARIEIRA, J. & NUNES DA CUNHA, C. 2006. Fitossociologia de uma floresta inundável monodominante de *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), no Pantanal Norte, MT, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 20(3): 569-580.
- BEGG, J.E. & TURNER, N.C. 1976. Crop water deficits. *Advances in Agronomy*, 28: 161-217.
- BORGES, H.B.N. & SHEPHERD, G.J. 2005. Flora e estrutura do cerrado lenhoso numa comunidade de Cerrado de Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(1): 61-74.
- CHRISTIE, D. 2004. Resampling with Excel. *Teaching Statistics*, 26(1): 9-14.
- COSTA, G.F. & MARENCO, R.A. 2007. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). *Ciências Florestais*, 37: 229-234.
- COUTINHO, L.M. 2006. O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasilica*, 20(1): 13-23.

- DAMASCOS, M.A., PRADO, C.H.B.A. & RONQUIM, C.C. 2005. Bud Composition, Branching Patterns and Leaf Phenology in Cerrado Woody Species. *Annals of Botany*, 96: 1075-1084.
- DIAS, D.P. & MARENCO, R.A. 2007. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(3): 305-311.
- DINIZ, G.L., FONSECA, M. & CAMPELO JÚNIOR, J.H. 2008. Análise harmônica do regime de precipitação em duas localidades da baixada cuiabana. *Biomatemática*, 18: 37-48.
- EAMUS, D. & COLE, S. 1997. Diurnal and seasonal comparisons of assimilation, phyllode conductance and water potential of three *Acacia* and one *Eucalyptus* species in the wet-dry tropics of Australia. *Australian Journal of Botany*, 45: 275-290.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 412 p.
- FRANCO, A.C. Ecophysiology of woody plants. 2002. In: OLIVEIRA, P. & MARQUIS, R. (Eds). The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. *Columbia University Press*. New York. p.178-197.
- FRANCO, A.C., BUSTAMANTE, M., CALDAS, L.S., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F.C., KOZOVITS, A.R., RUNDEL, P. & CORADIN, V.T.R. 2005. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. *Trees*, 19: 326-335.
- GONÇALVES, J.F.C., SILVA, C.E.M., & GUIMARÃES, D.G. 2009. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andoroba submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(1): 8-14.
- JACKSON, P.C., MEINZER, F.C., BUSTAMANTE, M., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A. & RUNDEL, P.W. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology*, 19: 717-724.
- KIKUZAWA, K. 1995. Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. *Canadian Journal of Botany*, 73: 158-195.
- KITAJIMA, K., MULKEY, S.S., SAMANIEGO, M. & JOSEPH WRIGHT, S. 2002. Decline of photosynthetic capacity with leaf age and position in two tropical pioneer tree species. *American Journal of Botany*, 89: 1925-1932.
- LARCHER, W. 2004. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima. 531p.
- LEE, R., YU, F. & PRICE, K.P. 2002. Evaluating vegetation phenological patterns in Inner Mongolia using NDVI time-series analysis. *International Journal of Remote Sensing*, 23(12): 2505-2512.
- LENZA, E. & KLINK, C.A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 627-638.
- LOBO, F.A., CAMPELO JÚNIOR, J.H., PARTOTSKI, M., OLIVEIRA, K.V. & ORTÍZ, C.E.R. 2007. Intercâmbio gasoso em plantas jovens e adultas de *Tectona grandis* cultivadas no cerrado do Brasil central. *Revista Agricultura Tropical*, 9: 126-143.
- MACHADO, E.C. & LAGÔA, A.M.M.A. 1994. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. *Bragantia*, 53(2): 141-149.
- MARIANO, K.R., BARRETO, L.S., SILVA, A.H.B., NEIVA, G.K.P. & AMORIM, S. 2009. Fotossíntese e tolerância protoplasmática foliar em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Submetida ao déficit hídrico. *Revista Caatinga*, 22(1): 72-77.
- MEINZER, F.C., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A.C., BUSTAMANTE, M., IGLER, E., JACKSON, P., CALDAS, L. & RUNDEL, P.W. 1999. Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian cerrado woody species. *Functional Ecology*, 13: 273-282.
- MIRANDA, E.J., VOURLITIS, G.L., PRIANTE FILHO, N., PRIANTE, P.C., CAMPELO JÚNIOR, J.H., SULI, G.S., FRITZEN, C.L., LOBO, F.A. & SHIRAIWA, S. 2005. Seasonal variation in the leaf gas exchange of tropical forest trees in the rain forest-savanna transition of the southern Amazon Basin. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 451-460, 2005.
- MONTEIRO, J.A.F. & PRADO, C.H.B.A. 2006. Apparent carboxylation efficiency and relative stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in an evergreen cerrado species during water stress. *Photosynthetica*, 44(1): 39-45.
- MORAES, J.A.P.V. & PRADO, C.H.B.A. 1998. Photosynthesis and water relations in Cerrado vegetation. In: SCARANO, F.R. & A.C. FRANCO (Eds.). Ecophysiological strategies of Xerophytic and amphibious plants in the neotropics. *Series Oecologia Brasiliensis*, PPG-UFRRJ. Rio de Janeiro, Brazil, v.4, p.45-63.
- NAVES-BARBIERO, C.C., FRANCO, A.C., BUCCI, S.J. & GOLDS-TEIN, G. 2000. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12(2): 119-134.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA, E.C. 2002. Comportamento estomático em plantas de *Schinopsis brasiliensis* Engl. Cultivadas sob estresse hídrico. *Iheringia, Série Botânica*, 57(1): 31-38.
- NOGUEIRA, R.J.M.C., BURITY, H.A. & MORAES, J.A.P.V. 1998. Transpiração e potencial hídrico foliar em aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC) cultivadas na zona semi-árida de Pernambuco. *Revista Científica Rural*, 3(2): 75-81.
- NUNES DA CUNHA, C. & JUNK, W.J. 2004. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grassland. *Applied Vegetation Science*, 7: 103-110.
- NUNES DA CUNHA, C., JUNK, W.J., FALESSA, O., COSTA, C.P. & ALMEIDA, L. 2000. Influences of dry and flooding periods on phenology and the dynamic of seedlings and saplings of *Vochysia divergens* Pohl, in the Pantanal of Poconé. In: *German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems – Achievements and Prospects of Cooperative Research*, Hamburg: p. 871-874.
- OLIVEIRA, L.A. & CASTRO, N.M. 2002. Ocorrência de sílica nas folhas de *Curatella americana* e *Davilla elliptica*. *Horizonte Científico*, 1(1): 1-16.
- OLIVEIRA, A.L.S.; ELIAS, S.R.M.; FIGUEIREDO, A.D.L. 2007. Anatomia foliar em plantas adultas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Mimosaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1): 321-323.
- PAIVA, A.S., FERNANDES, E.J., RODRIGUES, T.J.D. & TURCO, J.E.P. 2005. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. *Engenharia Agrícola*, 25(1): 161-169.
- PEIXOTO, M.M. 2007. *Variações sazonais no metabolismo de carbono e relações hídricas em espécies lenhosas do Cerrado de diferentes grupos funcionais*. 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, UnB, 2007.
- PENSO, S., BAUER, M.O., CHICHORRO, J.F., GONDIM, C.A. & VASCONCELOS, L.V. 2009. Caracterização estacional de uma pastagem natural do cerrado Mato-Grossense submetida ao pastejo. *Ciência Animal Brasileira*, 10(1): 124-134.
- PIMENTEL, C.; ROSSIELO, R.O.P. 1995. Entendimento sobre relações hídricas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1995, Belo Horizonte, MG. *Anais...* EMBRAPA/CNPMS, v.1, p.131-146.
- PRADO, C.H.B.A., EWNHUI, Z., ROJAS, M.H.C. & SOUZA, G.M. 2004. Seasonal leaf gas exchange and water potential in woody cerrado species community. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16(1): 7-16.
- PRIOR L.D.; EAMUS, D.; DUFF, G.A. 1997. Seasonal and diurnal patterns of carbon assimilation, stomatal conductance and leaf water potential in *Eucalyptus tetrodonta* sampling in a wet-dry savanna in northern Australia. *Australian Journal of Botany*, 45: 241-258.
- ROSSATO, D.R. 2008. *Padrões anatômicos, fenológicos, fotossintéticos e de crescimento em espécies arbóreas do cerrado sensu stricto e de mata de galeria*. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, UnB, 2008.
- SANTOS, S.A., NUNES DA CUNHA, C., TOMÁS, W., ABREU, U.G.P., & ARIEIRA, J. 2006. *Plantas invasoras no Pantanal: como entender o problema e soluções de manejo por meio de diagnóstico participativo*. Corumbá: Embrapa Pantanal. 45 p.
- SANTOS, R.F. & CARLESSO, R. 1998. Déficit hídrico e os processos

- morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2(3): 287-294.
- SARMIENTO, G., GOLDSTEIN, G. & MEINZER, F. 1985. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. *Biological Reviews*, 60: 315-355.
- SCHEINER, S.M. 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annual Review of Ecology and Entomology*, 24: 35-68.
- SILVA, C.D.S., SANTOS, P.A.A., SANTANA, W.S., LIRA, J.M.S., SANTANA, M.C. & SILVA JÚNIOR, C.D. 2009. Condutância estomática e potencial hídrico em feijão-caupí submetido a diferentes regimes hídricos. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009. *Anais...* Fortaleza.
- SILVA, E.C., NOGUEIRA, R.J.M.C., AZEVEDO NETO, A.D. & SANTOS, V.F. 2003. Comportamento estomático e potencial de água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. *Acta Botânica Brasílica*, 17(2): 231-246.
- SILVA, L.O., COSTA, D.A., ESPIRITO SANTO FILHO, K., FERREIRA, H.D. & BRANDÃO, D. 2002. Levantamento florístico e fitosociológico em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no parque estadual da serra de Caldas Novas, GO. *Acta Botânica Brasílica*, 16(1): 43-53.
- SILVA, M.A.V., NOGUEIRA, R.J.M.C., OLIVEIRA, A.F.M. & SANTOS, V.F. 2008. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. *Revista Árvore*, 32(2): 335-344.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 719p.
- TATAGIBA, S.D., PEZZOPANE, J.E.M., REIS, E.F., DARDENDO, M.C.J.D. & EFFGENT, A.M. 2007. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. *Cerne, Lavras*, v.13(2): 149-159.
- WENHUI, Z. & PRADO, C.H.B.A. 1998. Water relations balance parameters of 30 woody species from Cerrado vegetation in the wet and dry season. *Journal of Forestry Research*, 9(4): 233-239.