

EFEITO DA SAZONALIDADE DA CHUVA NAS TROCAS GASOSAS EM ÁRVORES DE DOSEL DA AMAZÔNIA CENTRAL

Simone Verdes de JESUS¹; Enedina Guimarães FERREIRA²; Ricardo Antonio MARENCO³

¹Bolsista IC/FAPEAM; ²Bolsista AT/FAPEAM; ³Orientador INPA/CPST

1. Introdução

A região Amazônica apresenta altas taxas de precipitação mensal, com média anual, geralmente, acima de 2000 mm. Poucos meses apresentam baixa precipitação, taxas mensal de precipitação mensal inferior a 100 mm (InMet, 2008), isso nos permite inferir que na maior parte do ano há alta disponibilidade de água e as plantas não passam por estresse hídrico severo. Durante a época seca a floresta amazônica apresenta maior enverdecimento das folhas (Huete et al., 2006), o que pode indicar alta taxa fotossintética. Em condições de precipitação ótima, os estômatos se abrem, e, conseqüentemente, há alta taxa fotossintética. A determinação de como a floresta amazônica reage às mudanças climáticas (aumentos na temperatura, redução da precipitação) é de fundamental importância para o entendimento de como esses ecossistemas podem contribuir com o balanço global do carbono.

A taxa de fotossíntese pode variar tanto diurnamente quanto sazonalmente em resposta a interações entre o ambiente físico (irradiância, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes) e a fisiologia da planta. Fatores ambientais podem levar ao fechamento estomático e limitar a fotossíntese nas folhas do dossel de florestas úmidas tropicais durante tempo de intensa luminosidade ou estresse hídrico. Alves (2004) encontrou diferença entre as épocas do ano quando avaliou a taxa de fotossíntese máxima em função da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em espécies dominantes da área de transição entre o Cerrado e a Amazônia. Além disso, afirmou que temperaturas acima de 32°C podem influenciar negativamente a fotossíntese. Wright (2005) mostrou que mudanças na irradiância solar têm grandes efeitos na dinâmica e balanço de carbono na floresta. A fotossíntese das folhas da copa é limitada pelas condições de nebulosidade (Mulkey et al., 1996). Graham et al. (2003) concluíram que o fator primário que limita a assimilação de CO₂ durante a estação chuvosa foi a luminosidade, sendo este fator mais importante que a disponibilidade de água no solo, a temperatura e o nitrogênio foliar. Para as próximas décadas a maioria dos modelos climáticos prognostica uma atmosfera rica em CO₂, maior frequência dos fenômenos de "El Niño", o que, dentre outros efeitos, alterará o regime de chuvas e a temperatura na Amazônia. Assim sendo, os objetivos desta pesquisa foram: avaliar como a sazonalidade da chuva influencia as trocas gasosas em quatro espécies de dossel numa floresta da Amazônia Central, bem como determinar a relação que existe entre taxas de fotossíntese e condutância, além de determinar a relação que existe entre taxas de fotossíntese e teor relativo de clorofila da folha.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na Estação Experimental de Silvicultura Tropical (Núcleo ZF2), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), localizada a 60 km ao norte de Manaus. Segundo Higuchi et al. (1997), a vegetação da região apresenta uma floresta densa de terra firme e os solos são classificados como latossolos, com baixa fertilidade e alta acidez. A região apresenta características de clima equatorial úmido, com temperatura média de 27° C, variando de 23° C a 32°C, precipitação anual de 2240 mm e umidade relativa de 78%. As medições foram feitas durante o período de novembro a maio que é, na Amazônia Central, o período de chuvas mais intenso e entre os meses de junho e setembro que é o chamado período de seca, onde a precipitação mensal é igual ou inferior a 100 mm.

Foram medidas as trocas gasosas utilizando-se um sistema portátil de medição de trocas gasosas (Li-6400, Li-Cor, EUA), as medições foram feitas entre as 09:00 e 15:00 h, horários do dia nos quais a condutância dos estômatos normalmente permanece mais alta. A fotossíntese máxima (A_{max}) foi medida em condição de luz saturante ($1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração ambiente de CO₂ ($380 \mu\text{mol mol}^{-1}$) enquanto que a fotossíntese potencial (A_{pot}) foi medida em condição de luz e CO₂ saturante ($2000 \mu\text{mol mol}^{-1}$). As medições foram feitas em quatro folhas por planta do dossel, coletadas entre 22 e 26m de altura, em função da espécie, não houve repetição por espécie pela impossibilidade de se acessar o dossel de outras plantas da mesma espécie no local. As folhas de dossel foram acessadas a partir de uma torre de observação (torre de observação C14: "02° 35' 21" Sul, "60° 06' 53" Oeste). O teor relativo de clorofila foi medido utilizando-se um medidor de clorofila (Minolta-SPAD-502) visando correlacionar essa variável com as taxas de fotossíntese. As espécies utilizadas foram: *Coussapoa orthoneura* Standl e *Memora flavida*. (DC.) Bureau & K. Schum a 26m de altura, e *Machaerium* sp e *Tetragastris panamensis* (Engl.) a 22m de altura.

Análise Estatística - O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram constituídos pelas espécies (04) e duas épocas do ano em que foram feitas as medições (seca e chuvosa). As repetições foram formadas pelo número de folhas (quatro) por planta. Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SAEG 9.0 (UFV).

3. Resultados e discussão

Fotossíntese e condutância estomática (g_s)- A análise estatística mostrou que não houve diferença entre épocas do ano, no que tange às taxas de fotossíntese e condutância estomática (Tabela 1). Entretanto houve diferença entre espécies nos valores de A_{max} e A_{pot} . Os maiores valores de A_{max} foram de 8,7 pra *C. orthoneura* e 7,2 para *M. flavida* (Tabela 2). Já os menores valores de A_{max} foram observados nas espécies *Machaerium* sp e *T. panamensis*, 5,2 e 3,1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente. Os maiores valores de A_{pot} foram obtidos em *C. orthoneura* (24,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e os menores valores na espécie na espécie *Machaerium* sp (11,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Não houve diferença significativa entre os valores de g_s nas quatro espécies. Em média, os valores de g_s oscilaram entre 0,05 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para *Machaerium* sp. e 0,17 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para *C. orthoneura*

Tabela 1. Valores de fotossíntese máxima (A_{max}) e potencial (A_{pot}) e condutância estomática (g_s) em função da época do ano, em quatro espécies de dossel. Cada valor representa a média de quatro folhas, n=4)

Espécie ¹	A_{max}		A_{pot}		g_s	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
<i>Coussapoa orthoneura</i>	10.26a	7.27a	24.77a	24.51a	0.24a	0.10a
<i>Memora flavida</i>	6.2a	8.25a	17.72a	13.28a	0.16a	0.11a
<i>Machaerium</i> sp	4.11a	2.14a	14.0a	8.11a	0.07a	0.03a
<i>Tetragastris panamensis</i>	5.40a	5.09a	20.9a	14.03a	0.14a	0.19a

¹ Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferenciam-se entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 2. Valores de fotossíntese máxima (A_{max}) e potencial (A_{pot}) e condutância estomática (g_s) em função da espécie, em quatro espécies de dossel (n=8).

Espécie ¹	Variáveis		
	A_{max}	A_{pot}	g_s
<i>Coussapoa orthoneura</i>	8.77a	24.64a	0.17a
<i>Memora flavida</i>	7.22a	15.50b	0.13a
<i>Machaerium</i> sp	3.13b	11.05b	0.05a
<i>Tetragastris panamensis</i>	5.24ab	17.46b	0.16a

¹ Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferenciam-se entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fotossíntese máxima (A_{max}) e condutância estomática (g_s): a relação entre A_{max} e g_s foi altamente significativa para todas as espécies, essa relação apresentou um r^2 igual a 0,89 (Figura 1). As espécies *C. orthoneura* e *M. flavida* apresentaram os maiores valores de condutância, 0,30 e 0,37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, estas espécies também apresentaram, conseqüentemente, os maiores valores de fotossíntese máxima. Nas outras duas espécies, apesar dos valores menores, o aumento da condutância também influenciou significativamente a fotossíntese.

Fotossíntese máxima (A_{max}) em função do teor relativo de clorofila (SPAD) - Não houve efeito significativo do teor relativo de clorofila (valores SPAD) nos valores de A_{max} (Figura 2-A), sendo o r^2 igual a 0,04 ($P > 0,05$). A espécie *T. panamensis* foi a que obteve o maior valor de SPAD, mas não apresentou o maior valor de fotossíntese, por outro lado, a espécie *Machaerium* sp. foi a que apresentou um menor valor de SPAD e um menor valor de fotossíntese. A espécie *C. orthoneura* foi a que mais se destacou dentre as outras três com um maior valor de fotossíntese.

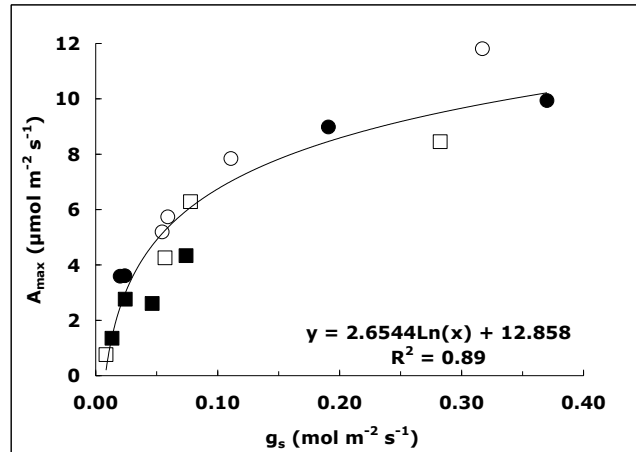


FIGURA 1. Relação entre a fotossíntese máxima (A_{max}) e condutância estomática (g_s) em *Coussapoa orthoneura* (○); *Memora flavida* (●); *Machaerium* sp (■) e *Tetagastria panamensis* (□)

Fotossíntese potencial (A_{pot}) em função do teor relativo de clorofila (SPAD). Também não houve efeito significativo entre a relação A_{pot} e SPAD ($r^2 = 0,08$, $p > 0,05$). A espécie *T. panamensis* foi a que apresentou um maior valor de SPAD seguida pela *C. orthoneura* enquanto que os menores valores foram obtidos por *Machaerium* sp. (Figura2-B)

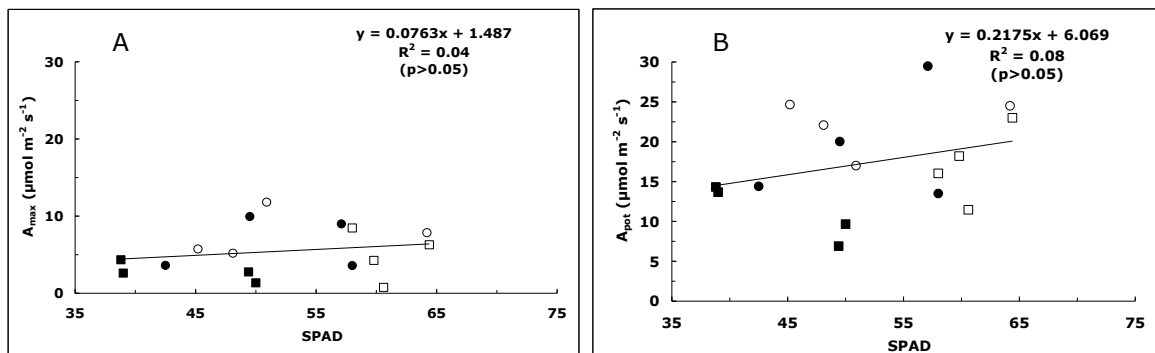


Figura 2. Relação entre fotossíntese máxima (A_{max}) e teor relativo de clorofila (SPAD) (A) e entre fotossíntese potencial (A_{pot}) e valores SPAD (B) em *Coussapoa orthoneura* (○); *Memora flavida* (●); *Machaerium* sp (■) e *Tetagastria panamensis* (□).

4. Conclusão

Foi concluído que no período de estudo a sazonalidade das chuvas não influenciou as taxas fotossintéticas nem a condutância estomática nas espécies estudadas. Entretanto, houve diferença significativa entre as espécies estudadas no que se refere aos valores de fotossíntese máxima (A_{max}) e potencial (A_{pot}). A espécie *C. orthoneura* se destacou dentre as outras, com os maiores valores de A_{max} e A_{pot} , provavelmente por ser uma das espécies que ocorreram nas maiores alturas, recebendo assim maior radiação solar. A espécie *Machaerium* sp foi a que apresentou os menores valores, isso se deve, talvez ao fato dela, apesar de se encontrar no dossel, não ser contantemente exposta à alta radiação solar durante os horários de maior irradiância.

5. Referências

- Alves, A.O. 2004. *Estudo da fotossíntese de espécies dominantes em floresta de transição no sudoeste da Amazônia*. Dissertação de mestrado, Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso. 77pp.
- Graham, E.A.; Mulkey, S.S.; Kitajima, K.; Phillips, N.G.; Wright, S.J. 2003. Cloud cover limits net CO₂ uptake and growth of a rainforest tree during tropical rainy seasons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States Of America* 100: 572-576.
- Higuchi, N.; dos Santos, J.; Ribeiro, R.J.; Freitas, J.V.; Vieira, G.; Cöic, A.; Minette, L.J. 1997. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. *In*: Higuchi, N.; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds). Relatório final do Projeto Bionte. *Biomassa e Nutrientes Florestais - MCT/INPA*.Manaus.p. 89-131.
- Huete, A.R.; Didan, K.; Shimabukuro, Y.; Ratana, P.; Saleska, S.R.; Hutyrá, L.R.; Yang, W.; Nemani, R.R.; Myneni, R. 2006. Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season. *Geophysical Research letters* 33: L06405.
- INMET. 2008. Clima. Instituto Nacional de Meteorologia, 2008. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>>. Acesso em: 12 janeiro.
- Mulkey, S.S.; Kitajima, K.; Wright, S.J. 1996. Plant physiology ecology of tropical forest canopies. *Tree* 11: 408-412.
- Wright, S.J. 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 553-560.