

# Eficiência de utilização da radiação fotossinteticamente ativa na produção de matéria seca de uma pastagem mista no cerrado de Mato Grosso

Efficiency of use of the photosynthetically active radiation for the production of dry matter in a mixing pasture in the savanna of the state of Mato Grosso, Brazil

Angela Santana de Oliveira<sup>1</sup>, Denilton Carlos Gaio<sup>2</sup>, Carlos César Wyrepkowski<sup>3</sup>, José Holanda Campelo Júnior<sup>4</sup>, Francisco de Almeida Lobo<sup>5</sup>, José de Souza Nogueira<sup>6</sup>, Luciana Sanches<sup>7</sup>, Adriana Ester Reichert Palú<sup>8</sup>, Vaniomar Rodrigues<sup>9</sup>

## NOTA TÉCNICA/TECHNICAL NOTE

**Resumo:** Neste estudo, foi calculada a eficiência de utilização da radiação fotossinteticamente ativa incidente em uma pastagem mista (*Panicum maximum*, *Elyonurus muticus* e *Brachiaria humidicola*) para a produção de matéria seca, nos meses de setembro a dezembro de 2006, período incluído na transição da estação seca para a chuvosa e no início da estação chuvosa. A área é de cerrado, localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no município de Santo Antônio do Leverger (MT). Os resultados indicaram um incremento de aproximadamente cinco vezes na eficiência na utilização da radiação fotossinteticamente ativa na estação chuvosa (a partir de novembro) em relação à de transição seca-chuvosa (de setembro a outubro).

**Palavras-chave:** matéria seca, sazonalidade climática, pastagem exótica

**Abstract:** In this study, the incident Photosynthetically Active Radiation (PARi) of use for the production of dry matter of a mixed pasture (*Panicum maximum*, *Elyonurus muticus* e *Brachiaria humidicola*) from September to December 2006, including the transition of dry to rainy and the rainy seasons. The savanna area ("cerrado") is located at the Experimental Farm of the Federal University of Mato Grosso, in the district of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso. Results indicated an increase over five times in the efficiency in the use of photosynthetically active radiation in the wet season (starting in November) in relation to the transition dry-wet season (September to October).

**Keywords:** dry matter, seasonal climate, exotic pasture

## Introdução

A pecuária extensiva é a atividade econômica de maior abrangência territorial na região do cerrado. O emprego de raças zebuínas e o uso de pastagens nativas e artificiais são

características comuns à atividade nessa região, onde se observa a existência de estações seca e chuvosa bem definidas, afetando a fenologia das espécies de plantas e a produção de matéria seca nas pastagens, além da qualidade da forragem usada na alimentação dos rebanhos.

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Física Ambiental/UFMT, Cuiabá-MT, angela\_cefetmt@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Físico, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Física Ambiental/UFMT-Prof. Assist. do Inst. de Física/UFMT, Cuiabá-MT, dogaio@ufmt.br

<sup>3</sup> Químico, Mestre em Física Ambiental/UFMT, Cuiabá-MT, carloscw@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular FAMEV/UFMT, Depto. de Solos e Engenharia Rural, Cuiabá-MT, campelo@ufmt.br

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto FAMEV/UFMT, Depto. de Solos e Engenharia Rural, Cuiabá-MT, f\_a\_lobo@ufmt.br

<sup>6</sup> Físico, Doutor em Ciências, Prof. Associado - Prog. de Pós-grad. em Física Ambiental - Instituto de Física/UFMT - Cuiabá-MT, nogueira@ufmt.br

<sup>7</sup> Engenheira Sanitarista, Doutora em Eng. Ambiental, Progr. de Pós-grad. em Física Ambiental-Insti. de Física/UFMT - Cuiabá-MT, lsanches@ufmt.br

<sup>8</sup> Física, Bolsista da FAPEMAT, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Física Ambiental - Instituto de Física/UFMT - Cuiabá-MT, adrianareichert@yahoo.com.br

<sup>9</sup> Químico, Bolsista da CAPES, Mestrando do Programa de Pós-grad. em Física Ambiental/UFMT, Cuiabá MT, vaniomar.rodrigues@gmail.com

O crescimento das plantas e a produção de forragem podem variar consideravelmente em função da disponibilidade de água no solo e de nutrientes minerais, da radiação solar incidente e da temperatura do ar. O regime de radiação e, mais especificamente, o da fotossinteticamente ativa incidente (*Incident Photosynthetically Active Radiation* – PARI) na pastagem têm papel importante com relação às trocas de massa e energia.

O crescimento e o rendimento das culturas são características das plantas, determinadas, fundamentalmente, por sua genética, pelo ambiente e pela interação entre genética e ambiente. A radiação solar é importante, pois as plantas têm a capacidade em captar e converter a energia primária em compostos orgânicos. A eficiência do processo fotossintético está na dependência das reações que ocorrem tanto na fase fotoquímica, quando da utilização da radiação fotossinteticamente ativa para síntese de ATP e NADPH, quanto da bioquímica, quando o CO<sub>2</sub> é reduzido a trioses fosfato. Considera-se que, em plantas sadias, adequadamente supridas de água e nutrientes, a fotossíntese líquida e a biomassa, que pode ser estimada a partir da matéria seca da parte aérea da planta, sejam proporcionais à quantidade de PARI absorvida pelo dossel (MONTEITH, 1977). Entretanto, cuidados são necessários quando se compara a produtividade da cultura em diferentes níveis de radiação (RUSSEL et al., 1989), pois a taxa fotossintética e a densidade de fluxo de radiação não têm relação linear, já que a maioria das folhas está exposta a baixos níveis de radiação.

O objetivo deste trabalho foi calcular a eficiência de utilização da PARI na produção de matéria seca, em uma pastagem mista e a variação dessa eficiência em estações de transição seca-chuvosa e chuvosa no ano de 2006.

## Material e Métodos

A área de estudos está localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), no Município de Santo Antônio do Leverger, próximo à sede do referido município (latitude de 15,8°S e longitude 56,1°O), com altitude de 140 m. A região onde se situa o local do experimento é denominada Baixada Cuiabana e apresenta vegetação típica de cerrado e solos litólicos distróficos, concrecionários (Plintossolos), às vezes epicascalhentos.

O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, com o período mais chuvoso estendendo-se de outubro a março, sendo que a partir de abril começa a diminuir a altura pluviométrica, atingindo os valores mínimos em julho e agosto. Baseando-se nas Normais Climatológicas do Brasil de 1961-1990 (BRASIL, 1992), os valores médios de altura pluviométrica para Cuiabá, MT, localidade muito próxima e sem diferenças geográficas apreciáveis com Santo Antonio de Leverger, são de 9,6 e 11,4 mm para julho e agosto, respectivamente, enquanto que para setembro, outubro, novembro e dezembro, são, respectivamente, 58,0; 115,0; 154,4 e 193,5 mm, somente.

Em condições naturais, setembro é, além de um mês de transição da época seca para a chuvosa, aquele em que ocorre a retomada do crescimento das pastagens, que avança nos meses seguintes devido à disponibilidade hídrica e térmica. Por esse motivo, no presente trabalho foram feitas estimativas da eficiência de conversão de radiação fotossinteticamente ativa incidente no período de setembro a meados de dezembro de 2006.

Foram coletadas amostras de uma pastagem mista, constituída por braquiária (*Brachiaria humidicola*), capim carona (*Elyonurus muticus*) e capim tanzânia (*Panicum maximum*). A pastagem ficou sob pastejo bovino nos primeiros dias de novembro e, no restante do período, ficou isolada.

O crescimento das forrageiras foi observado em três áreas, de 25m<sup>2</sup> cada, onde era efetuada a contagem do número de touceiras do capim carona e do tanzânia e a medida da área coberta pela braquiária. Tais áreas de observação (denominadas R1, R2 e R3) foram demarcadas no primeiro dia do experimento, tendo como parâmetro de escolha a representatividade das três espécies, isto é, não diferiam visualmente do restante da pastagem.

Para a braquiária, que se trata de vegetação rasteira, foram coletadas amostras de três áreas de 0,09 m<sup>2</sup> em cada dia de coleta. Para as espécies de capim, que formam touceiras, a área total foi estimada multiplicando-se o número total de touceiras pela área média de cobertura obtida a partir de três touceiras (visualmente identificadas como pequena, média e grande). As áreas individuais dessas touceiras foram calculadas conforme uma elipse, medindo-se suas direções de extremidades norte-sul e leste-oeste.

Os dados de produção de forragem se constituíram da matéria seca (MS) da parte aérea de touceiras selecionadas aleatoriamente em local distinto às áreas R1, R2 e R3 e levadas para estufa de circulação forçada, mantida a 70°C por 72 horas. Nessas touceiras se realizava previamente o cálculo do volume da parte aérea a partir das áreas de cobertura e da altura das mesmas. Estimou-se a quantidade de matéria seca total dentro das áreas de observação com base em uma relação linear entre a matéria seca e o volume das touceiras.

Nos dias em que eram coletadas as amostras de forragens, medi-se a PARi com um sensor acoplado a um sistema automático de aquisição de dados (modelo 21X, Campbell Scientific, Inc., Logan, UT, USA), instalado acima do dossel da pastagem. Os dados meteorológicos diários de radiação global, pluviosidade e temperatura foram obtidos na Estação Agrometeorológica Padre Ricardo Remetter, instalada ao lado do local do experimento.

A eficiência na utilização da radiação fotossinteticamente ativa foi determinada como sendo o coeficiente angular da equação de regressão que relaciona a matéria seca (MAS) e a PARi acumuladas, para cada uma das estações separadamente.

## Resultados e Discussão

Vários autores têm estimado a radiação fotossinteticamente ativa incidente por meio das medições da radiação solar global (RG), com diferentes resultados. De acordo com De WIT (1965)

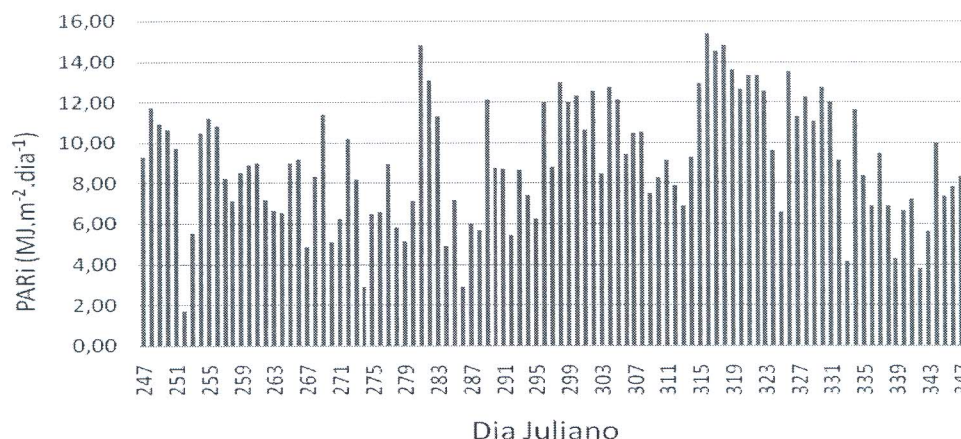
e GOUDRIAAN (1988, *apud* CAMPELO JÚNIOR, 1998), nos modelos de simulação de produção de matéria seca, a radiação solar global é uma das informações essenciais, uma vez que a radiação fotossinteticamente ativa constitui aproximadamente a metade da radiação solar. Neste estudo, a partir de uma análise de regressão entre a PARi medida nos dias em que houve coleta, e a RG medida na estação agrometeorológica, estabeleceu-se a relação:  $PARi = 0,5891 RG$  ( $R^2 = 0,9561$ ,  $p < 0,05$ ), a qual foi utilizada para a determinação da PARi no intervalo entre 04 de setembro e 15 de dezembro. Essa relação foi semelhante àquela obtida por SPOLADOR (2005), que estabeleceu para a estação seca-chuvosa a relação  $PARi = 0,5981 RG$  e, para a estação úmida,  $PARi = 0,5725 RG$ , em uma floresta de transição cerrado-amazônia no município de Sinop, também no estado de Mato Grosso.

No presente estudo, a radiação solar global aumentou 18,5% da estação de transição seca-chuvosa para a estação chuvosa. Porém, o crescimento da precipitação pluviométrica total foi 15%, de modo que as temperaturas médias diárias pouco variaram nos meses de coleta de dados (tabela 1).

A PARi foi maior no subperíodo da estação chuvosa, com média  $9,85 MJ m^{-2} dia^{-1}$ . Na estação de transição seca-chuvosa, a média ficou em  $8,46 MJ m^{-2} d^{-1}$ , não diferindo estatisticamente entre si pelo teste t ( $p > 0,05$ ). Para todo o período, a média foi  $9,67 MJ m^{-2} dia^{-1}$ , atingindo valor máximo  $15,38 MJ m^{-2} dia^{-1}$  e mínimo  $1,68 MJ m^{-2} dia^{-1}$ . A variação da PARi é apresentada na Figura 1.

**Tabela 1.** Valores médios mensais de radiação solar global e temperaturas do ar (máxima, mínima e média) durante o período experimental.

| Mês                 | Radiação Global<br>( $MJ m^{-2} dia^{-1}$ ) | Temperatura (°C) |        |       |
|---------------------|---------------------------------------------|------------------|--------|-------|
|                     |                                             | Máxima           | Mínima | Média |
| 04 a 30 de setembro | 14,27                                       | 38,5             | 11,4   | 27,1  |
| Outubro             | 14,48                                       | 36,0             | 21,9   | 27,7  |
| Novembro            | 18,6                                        | 37,3             | 17,5   | 28,7  |
| 01 a 14 de dezembro | 12,69                                       | 36,1             | 22,6   | 27,8  |



**Figura 1.** Radiação fotossinteticamente ativa incidente (PARI) durante o período de 04/09/06 (dia juliano 247) à 14/12/06 (dia Juliano 348) em Santo Antônio do Leverger – MT.

**Tabela 2.** Estimativa do total da matéria seca das espécies tanzânia, carona e braquiária, nas áreas R1, R2 e R3 no período de coleta.

| Área                        | Espécie    | Matéria Seca das Espécies por área de 25 m <sup>2</sup> (g) |           |           |            |            |           |
|-----------------------------|------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
|                             |            | 4/9/2006                                                    | 18/9/2006 | 2/10/2006 | 30/10/2006 | 27/11/2006 | 4/12/2006 |
| R1                          | Tanzânia   | 2920,80                                                     | 1918,02   | 5243,94   | 7865,09    | 17032,82   | 31487,68  |
|                             | Carona     | 769,84                                                      | 5526,73   | 1328,73   | 1793,58    | 55268,58   | 28549,63  |
|                             | Braquiária | 347,81                                                      | 231,60    | 510,84    | 2479,80    | 829,50     | 1685,60   |
| R2                          | Tanzânia   | 3507,26                                                     | 3507,26   | 6021,75   | 13367,04   | 12435,27   | 22088,37  |
|                             | Carona     | 42,86                                                       | 44,39     | 0,00      | 25,64      | 957,30     | 4894,22   |
|                             | Braquiária | 155,38                                                      | 202,05    | 286,50    | 2331,20    | 1066,50    | 2408,00   |
| R3                          | Tanzânia   | 2063,11                                                     | 2063,11   | 2540,33   | 1771,77    | 6614,92    | 14568,93  |
|                             | Carona     | 1513,13                                                     | 1657,23   | 1308,27   | 119,55     | 8012,46    | 12235,56  |
|                             | Braquiária | 563,26                                                      | 456,50    | 721,00    | 2031,34    | 1185,00    | 2648,80   |
| MS * (g m <sup>-2</sup> )   |            | 158,45                                                      | 208,09    | 239,48    | 423,80     | 1378,70    | 1607,56   |
| MSA ** (g m <sup>-2</sup> ) |            | 0                                                           | 49,65     | 81,04     | 265,35     | 1220,25    | 1449,11   |

\* MS é a média da matéria seca das três áreas (de 25 m<sup>2</sup> cada) por metro quadrado.

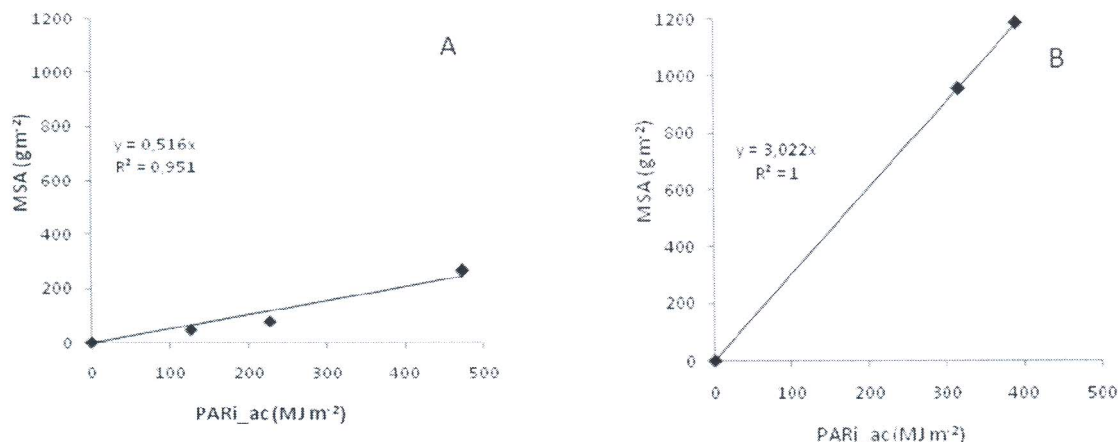
\*\* MSA é a média da matéria seca acumulada das três áreas (de 25 m<sup>2</sup> cada) por metro quadrado.

Da mesma forma que a PARI, os valores de MS para a estação chuvosa foram maiores que para a estação de transição. Na tabela 2 são apresentados os valores da matéria seca das três espécies, sendo observado um crescimento acentuado na estação chuvosa, de 265,35 g m<sup>-2</sup>, ao final de outubro, para 1449,11 g m<sup>-2</sup>, no começo de dezembro.

Foi encontrada uma relação linear entre a matéria seca acumulada e a PARI<sub>ac</sub> para cada período, com coeficientes de correlação de Pearson de 0,951 e 1 (nível de significância 0,05) para o período de 04/09/08 a 30/10/08 (transição de época seca para chuvosa) e 30/10/08 a 04/12/08 (época chuvosa), respectivamente (Figura 2). Os coeficientes angulares

indicam o grande aumento de eficiência de utilização da radiação fotossinteticamente ativa no período úmido (3,022 g MJ<sup>-1</sup>) em comparação com o período de transição de seco para úmido (0,516 g MJ<sup>-1</sup>), sendo o valor do período úmido da ordem de grandeza daquele obtido por RITCHIE & ALAGARSWAMY (1979) para sorgo, espécie C4, crescendo sem estresse hídrico.

Na ausência de estresse hídrico, SHIBLES & WEBER (1966) afirmam que a produção de biomassa é uma função linear do acúmulo da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura, na qual o coeficiente angular da curva de regressão entre a biomassa, ou matéria seca, e a PARI define a eficiência de uso da radiação para a produção de matéria seca.



**Figura 2.** Relação entre o acúmulo de matéria seca da pastagem mista (MSA  $\text{g m}^{-2}$ ) e da radiação fotossinteticamente ativa incidente (PARi\_ac,  $\text{MJ m}^{-2}$ ) no período de 04/09/2006 a 30/10/2006 (A), período de transição da estação seca para a chuvosa, e no período de 30/10/2006 a 04/12/2006 (B), período dentro da estação chuvosa. Santo Antônio do Leverger - MT.

## Conclusão

A eficiência de utilização da radiação fotossinteticamente ativa incidente em pastagem mista na produção de matéria seca (*Panicum maximum*, *Elyonurus muticus* e *Brachiaria humidicola*) foi diferenciada para os dois períodos em estudo, com forte incremento (de 0,516  $\text{g MJ}^{-1}$  na estação de transição seca-chuvosa para 3,022 na estação chuvosa) no período úmido pela maior disponibilidade hídrica, mesmo tendo ocorrido, na precipitação, um aumento de apenas 15% de um período para outra. Os valores da eficiência de conversão da PARi em matéria seca da pastagem mista, composta de espécies C4, aproximou-se, na estação chuvosa, de valor encontrado na literatura para sorgo, uma espécie C4.

## Referências Bibliográficas

- BRASIL. (1992). Departamento Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas**. Brasília, 84 p.
- CAMPELO JUNIOR, J.H. Relação sazonal entre radiação solar global e insolação no sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.193-199, 1998.
- De WITT, C.T. **Photosynthesis of Leaf Canopies**. Agricultural Research Report N° 663. Wageningen. The Netherlands: Institute for Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbs. 57 p. 1965.
- GOUDRIAAN, J. The bare bones of leaf-angle distribution in radiation models for canopy photosynthesis and energy exchange. **Agricultural and Forest Meteorology**. Amsterdam, n.43, p.155-169, 1988.
- MONTEITH, J.L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v.281B, p.227-294, 1977.
- RITCHIE J.T., ALAGARSWAMY G. Physiology of sorghum and pearl millet. In : VIRMANI, S.M., TANDON H.L.S., ALAGARSWAMY G. (eds). **Modeling the growth and development of sorghum and pearl millet**. I CRISAT, India, 1989. 45 p. (Research Bulletin n. 12).
- RUSSEL, G. et al. **Absorption of radiation by canopies and stand growth**. In : RUSSEL, G. et al. Plant canopies: their growth form and function. Cambridge: Cambridge University, 1989. p. 21-39.
- SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R.. Leaf area, solar radiation and dry matter production by soybeans planting patterns. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 55-59, 1966.
- SPOLADOR, J. **Radiação fotossinteticamente ativa, transmitância, refletância e fapar em uma floresta de transição cerrado amazônica**. Cuiabá, 2005. 62 p. Dissertação (mestrado) – Física e Meio Ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso.