



Acúmulo de forragem e eficiência de utilização da radiação em pastagens de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima¹

Forage accumulation and radiation use efficiency of Axonopus aureus pastures, during dry season, in the Roraima's savannas, Brazil

Newton de Lucena Costa², Anibal de Moraes³, Vicente Gianluppi⁴, Amaury Burlamaqui Bendahan⁵, João Avelar Magalhães⁶

Resumo - O efeito da idade de rebrota (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 dias) sobre a produtividade de matéria seca (MS) e a eficiência de utilização da radiação (EUR) de *Axonopus aureus*, durante o período seco, foi avaliado em condições de campo. O aumento da idade de rebrota resultou em maiores rendimentos de forragem, taxa absoluta de crescimento, taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo e área foliar. As relações entre idade de rebrota, rendimento de MS, taxa absoluta de crescimento e EUR foram ajustadas ao modelo quadrático de regressão, sendo os máximos valores registrados aos 62,6; 47,8 e 51,7 dias de rebrota, respectivamente. A resposta da produtividade de forragem à RFA incidente foi quadrática e o máximo valor estimado em 487,7 MJ/m², o qual correspondeu a 796,7 kg de MS/ha. Visando conciliar produtividade de forragem da gramínea com a maximização da EUR, o período de utilização mais adequado de suas pastagens situa-se entre 49 e 56 dias de rebrota.

Palavras-chave - Área foliar. Idade da planta. Matéria seca. Taxa de crescimento.

Abstract - The effects of cutting plant age (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 and 70 days) on dry matter (DM) yield, and radiation use efficiency (RUE) of *Axonopus aureus*, during dry season, were evaluated under natural field conditions. DM yields, absolute growth rate (AGR), crop growth and relative growth rates and leaf area increased consistently with growth stage. The relations between DM yield and AGR with cutting plants age were described by the quadratic regression model. The maximum DM yield, AGR and RUE were estimated at 62.6; 47.8 and 51.7 days of regrowth, respectively. The response of forage yield to incident photosynthetically active radiation was quadratic and maximum value estimated at 487.7 MJ/m², which corresponded to 796.7 kg of DM/ha. These data suggest that cutting at 49 to 56 days were optimal for obtain maximum dry matter yields and improved the incident RUE.

Key words - Dry matter. Growth rates. Leaf area. Plant age.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 04/07/2011 e aprovado em 28/08/2011

²Pesquisador da Embrapa Roraima, Rod. BR 174, K m 08, Distrito Industrial, C.P. 133, CEP 69301-970, Boa Vista-RR, newton@cpafrr.embrapa.br

³Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, anibalm@ufpr.br

⁴Pesquisador da Embrapa Roraima, vicente@cpafrr.embrapa.br

⁵Pesquisador da Embrapa Roraima, amaury@cpafrr.embrapa.br

⁶Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba-Piauí, avelar@cpamn.embrapa.br

Introdução

Nos cerrados de Roraima, as pastagens nativas representam a fonte mais econômica para alimentação dos rebanhos. No entanto, face às oscilações climáticas, a produção de forragem durante o ano apresenta flutuações estacionais, ou seja, abundância no período chuvoso (maio a setembro) e déficit no período seco (outubro a abril), o que afeta negativamente os índices de produtividade animal (GIANLUPPI *et al.*, 2001). A utilização de práticas de manejo adequadas é uma das alternativas para reduzir os efeitos da estacionalidade na produção de forragem. O estágio de crescimento em que a planta forrageira é utilizada afeta diretamente o rendimento, a composição química, a capacidade de rebrota e a sua persistência. Em geral, pastejos menos frequentes fornecem maiores produções de forragem, porém, concomitantemente, ocorrem decréscimos acentuados em sua composição química, reduções na relação folha/colmo e, conseqüentemente, menor consumo voluntário pelos animais (COSTA *et al.*, 2008a; 2009a). Dentre as diversas gramíneas forrageiras que compõem as pastagens nativas dos cerrados de Roraima, *Axonopus aureus* é uma das mais importantes, constituindo 30 a 40% da sua composição botânica. A gramínea apresenta ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 50 cm de altura e folhas levemente pilosas. No entanto, são escassas as pesquisas sobre o seu potencial produtivo, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis (COSTA *et al.*, 2009b).

Da energia incidente sobre a Terra, apenas 5%, ao redor de 0,2 MJ m² dia é aproveitado pelas plantas para a formação de carboidratos. A radiação fotossinteticamente ativa (RFA), que compreende comprimentos de ondas entre 400 e 700 nm, é a responsável pela fotossíntese e representa entre 45 e 50% da radiação solar incidente (BALDISSERA, 2010). A eficiência do uso da radiação depende da interação entre a vegetação e o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração serão afetados pelos elementos climáticos e edáficos ou como a estrutura do dossel da pastagem influencia a quantidade de radiação incidente que atinge os seus diferentes estratos e sua absorção pelas plantas (SHEEHY; COOPER, 1973; BONHOMME, 2000). A relação entre a produção de MS e RFA interceptada ou absorvida tem sido utilizada para definir a eficiência de uso da radiação pelas culturas, a qual pode apresentar uma linearidade em condições bióticas e ambientais não limitantes (SHIBLES; WEBER, 1965, 1966; SIVAKUMAR; VIRMANI, 1984; BONHOMME, 2000; SCHÖFFEL; VOLPE, 2001; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2009), mormente quando se considera a comunidade de plantas e não a folha isoladamente. Entretanto, nem sempre há um aumento linear na produtividade de MS, em função da radiação interceptada, evidenciando que há outros fatores relacionados, como

potencial genético, hábito de crescimento, arquitetura foliar, práticas de manejo da pastagem e disponibilidade de água e nutrientes (BALDISSERA, 2010).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da idade de rebrota sobre a produtividade de forragem e a eficiência de utilização da radiação incidente em pastagens de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, durante o período de setembro a novembro de 2009. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, caracterizado por períodos seco e chuvoso bem definidos, com aproximadamente seis meses cada um. A precipitação anual é de 1.600 mm, sendo que 80% ocorrem nos seis meses do período chuvoso. Os dados de precipitação e temperatura, durante o período experimental, foram coletados através de pluviômetro e termômetro instalados na área experimental (Tabela 1).

O solo da área experimental é um LATOSSOLO AMARELO Distrófico, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: pH_{H2O} = 4,8; P = 1,8 mg kg⁻¹; Ca = 0,25 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,65 cmol_c dm⁻³; K = 0,01 cmol_c dm⁻³; Al = 0,61 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,64 cmol_c dm⁻³; SB = 0,91 cmol_c dm⁻³; V(%) = 25,6 e m(%) = 40.

A área experimental consistiu de uma pastagem nativa de *Axonopus aureus*, a qual não foi submetida a nenhuma prática de manejo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por oito idades de corte (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 dias após o rebaixamento da pastagem a 5 cm acima do solo). O tamanho das parcelas foi de 2,0 x 2,0 m, sendo a área útil de 1,0 m². Os parâmetros avaliados foram rendimento de matéria seca (MS), taxa absoluta de crescimento (TAC), taxa média de crescimento (TMC), taxa de crescimento relativo (TCR), índice de área foliar (IAF) e eficiência de utilização da RFA incidente (EUR).

Tabela 1 - Precipitação e temperaturas mínimas, máximas e médias registradas durante o período experimental. (Setembro a novembro de 2009)

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura		
		Mínima	Máxima	Média
Setembro	32,8	20,1	31,4	25,8
Outubro	72,6	20,8	31,6	26,2
Novembro	16,3	22,1	33,5	27,8

A TAC foi obtida dividindo-se o rendimento de MS, em cada idade de corte, pelo respectivo período de rebrota. A TCC foi obtida pela fórmula: $TMC = P2 - P1/T2 - T1$; onde P1 e P2 representam a produtividade de MS de duas amostragens sucessivas e, T1 e T2 o intervalo de tempo, em dias, transcorrido entre as amostragens. A TCR foi obtida pelo uso da expressão: $TCR = LnP2 - LnP1/T2 - T1$; onde LnP1 e LnP2 são os valores de logaritmos da MS de duas amostragens sucessivas e, T1 e T2 o intervalo de tempo, em dias, transcorrido entre as amostragens. Para o cálculo da área foliar, em cada idade de rebrota foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter uma área entre 200 e 300 cm².

A área foliar foi estimada com o auxílio de um planímetro ótico eletrônico (Li-Cor, modelo LI-3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a massa seca foliar.

A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua massa seca (m² g⁻¹ de massa seca foliar). O IAF foi determinado pela expressão: $IAF (m^2 m^{-2}) = AFE (m^2 g^{-1} \text{ de massa seca foliar}) \times \text{Massa total de folhas (g de MS } m^{-2}) \div \text{Área de solo amostrado (m}^2)$. A EUR foi obtida relacionando-se o rendimento de MS com a RFA incidente acumulada em cada idade de rebrota.

Os dados de radiação solar foram coletados na Estação Climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia localizada em Boa Vista (95 m de altitude, 2°49' de latitude norte e 60°40' de longitude oeste). A RFA incidente acumulada foi de 157; 212; 263; 323; 371; 425; 487 e 556 MJ m⁻², respectivamente para 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 dias de rebrota.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade. Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados às idades de rebrota, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As relações entre idades de rebrota, produção de MS e TAC foram quadráticas e os máximos rendimentos estimados aos 62,6 e 47,8 dias (Figuras 1 e 2). Os valores registrados neste trabalho foram superiores aos relatados por Mochiutti *et al.* (1997), avaliando a disponibilidade de forragem de *A. aureus*, em pastagens nativas dos cerrados do Amapá, os quais estimaram rendimentos de 113 e 135 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente, para pastagens roçadas

ou queimadas anualmente. Da mesma forma, Costa *et al.* (2008a) verificaram incrementos na produção de forragem de *A. aureus*, em função da idade das plantas, registrando rendimentos de 389; 594; 885 e 897 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente aos 35, 42, 49 e 56 dias de rebrota.

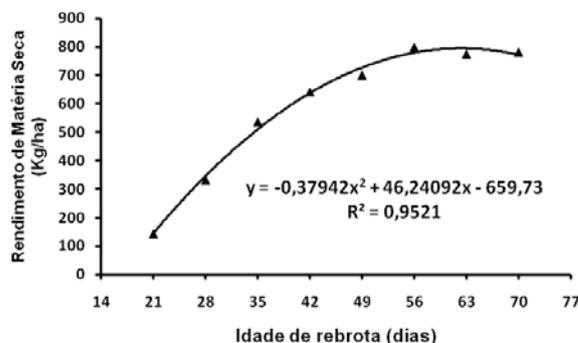


Figura 1 - Rendimento de matéria seca de *Axonopus aureus*, em função das idades de rebrota.

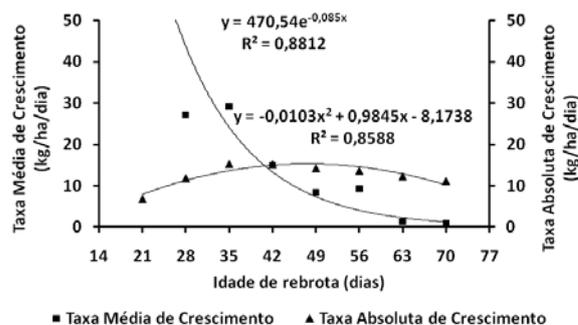


Figura 2 - Taxas absoluta e média de crescimento de *Axonopus aureus*, em função das idades de rebrota.

Os efeitos das idades de rebrota sobre a TMC e a TCR foram ajustados ao modelo exponencial (Figuras 2 e 3). Os máximos rendimentos de MS foram registrados no período entre 28 e 35 dias de rebrota, os quais foram superiores aos reportados por Tejos (2002), na Venezuela, para pastagens de *A. aureus* submetidas à uma queima anual (11,27 kg/ha/dia e 0,0305 g.g/dia). As altas taxas de crescimento durante os períodos iniciais de rebrota representam um mecanismo de adaptação da gramínea, pois ao reduzir o tempo para que ocorra a máxima interceptação da radiação solar incidente, promove uma melhor utilização da água devido ao sombreamento mais rápido do solo, o que favorece sua competitividade interespecífica, notadamente quando a baixa umidade do solo é um dos fatores mais limitantes (COSTA *et al.*, 2008b; MESQUITA; NERES, 2008). Para Parsons e Chapman (2000), o período adequado de utilização de uma pastagem seria aquele em que as TAC e TMC são equivalentes, de modo a maximizar o acúmulo líquido de

forragem e evitar as perdas por senescência que ocorrem a partir do momento em que as TAC são decrescentes e as variações na TCC são pequenas. Considerando-se esta premissa, no presente trabalho, o período entre 49 e 56 dias de rebrota seria o mais recomendado para o pastejo de pastagens de *A. aureus*, nesse período de observação, pois otimiza as TAC e TMC da gramínea, além de minimizar os efeitos negativos decorrentes da senescência foliar.

O IAF foi diretamente proporcional às idades de rebrota, sendo a relação linear e descrita pela equação: $Y = 0,0073 + 0,0255 X$ ($r^2 = 0,9628$), contudo os valores registrados foram inferiores aos reportados por Tejos (2002), avaliando *A. aureus*, durante o período chuvoso, que estimaram IAF de 2,24; 2,31 e 2,55, respectivamente, para plantas aos 45, 56 e 70 dias de rebrota (Figura 4). O IAF foi positiva e significativamente correlacionado com o rendimento de MS ($r = 0,9748$; $p=0,0012$). Gramíneas com maior habilidade competitiva são aquelas que desenvolvem uma arquitetura mais eficiente na interceptação de luz, através da rápida expansão de área foliar e colonização da camada superior do dossel, em decorrência do alongamento da bainha e entrenós do colmo (LEMAIRE, 2001; ALEXANDRINO *et al.*, 2011).

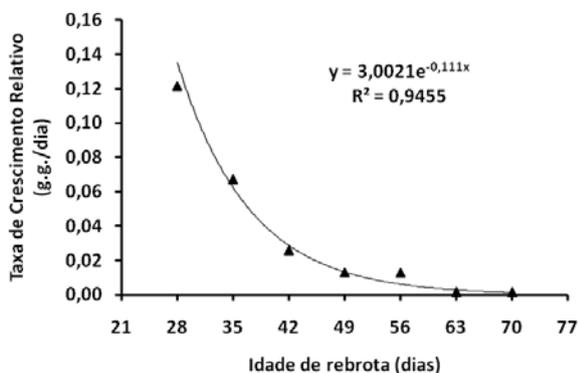


Figura 3- Taxa de crescimento relativo de *Axonopus aureus*, em função das idades de rebrota.

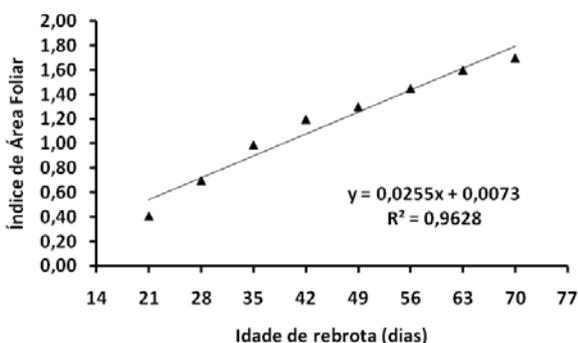


Figura 4- Índice de área foliar de *Axonopus aureus*, em função das idades de rebrota.

A resposta da produtividade de forragem à RFA incidente foi quadrática, sendo o máximo valor estimado em 487,7 MJ m⁻², o qual correspondeu a 796,7 kg ha⁻¹ de MS (Figura 5).

Em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), Baldissera (2010) reportou uma relação linear entre produção de MS e RFA absorvida, a qual foi positivamente incrementada pela aplicação de doses de nitrogênio (1.193; 3.216; 4.105 e 6.408 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente para 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N). A eficiência de produção de MS, em função da RFA incidente, foi ajustada ao modelo quadrático de regressão (Figura 6). O máximo valor foi estimado aos 51,7 dias de rebrota (0,351 g de MS m⁻²/dia.MJ), o qual foi superior ao constatado por Baldissera (2010) para pastagens de azevém anual não fertilizadas com nitrogênio (0,296 g de MS/m²/dia MJ), porém, representou apenas 24% do estimado por Sivakumar e Virmani (1984) para pastagens de azevém fertilizadas com 150 kg ha⁻¹ de N (1,487 g de MS/m²/dia .MJ). Em pastagens de *Mesosetum chauseae*, Costa *et al.* (2011), durante o período chuvoso, reportaram EUR de 0,062; 0,064 e 0,059 g de MS/m²/dia.MJ, respectivamente

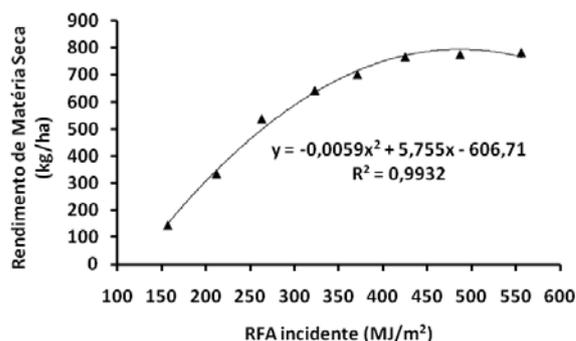


Figura 5- Rendimento de matéria seca de *Axonopus aureus*, em função da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente.

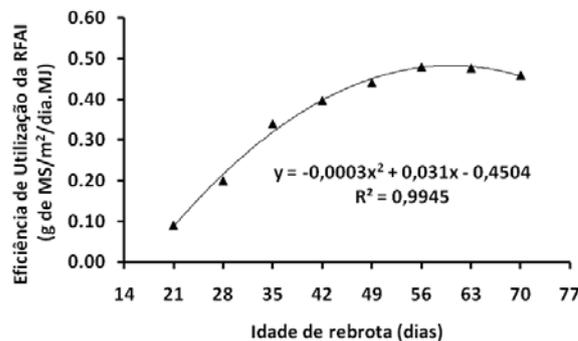


Figura 6- Eficiência de utilização da radiação fotossinteticamente ativa incidente (RFAI) por *Axonopus aureus*, em função das idades de rebrota.

para plantas aos 28, 35 e 42 dias de rebrota. O aumento linear no IAF da gramínea, em função das idades de rebrota, não foi correlacionado com a EUR ($r = 0,3581$; $p=0,4207$), evidenciando um efeito de sombreamento das folhas superiores sobre as inseridas na porção basal da planta, as quais têm suas taxas de fotossíntese reduzidas, o que contribui para menores incrementos no acúmulo de forragem, apesar da elevada disponibilidade de RFA.

Conclusões

A idade de rebrota afeta os rendimentos de forragem, as taxas de crescimento, o índice de área foliar e a utilização da radiação fotossinteticamente ativa pela gramínea.

Visando conciliar produtividade de forragem e as taxas de crescimento com a otimização da eficiência de utilização da radiação incidente, o período de utilização mais adequado para pastagens de *Axonopus aureus*, situa-se entre 49 e 56 dias de rebrota.

Literatura científica citada

ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.59-71, 2011.

BALDISSERA, T. C. **Modelagem do crescimento de azevém anual sob pastejo**. Curitiba: UFPR, 2010. 78p. (Dissertação de Mestrado).

BONHOMME, R. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. **Field Crops Research**, v.68, p.247-252, 2000.

COSTA, N de L. *et al.* **Alternativas tecnológicas para a pecuária de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009a. 35p. (Embrapa Roraima. Documentos, 19).

COSTA, N de L. *et al.* **Formação e manejo de pastagens em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009b. 29p. (Embrapa Roraima. Documentos, 16).

COSTA, N. de L. *et al.* Morfogênese de duas gramíneas forrageiras nativas dos lavrados de Roraima. **Pubvet**, Londrina, v.2, n.43, Art.410, 2008a.

COSTA, N. de L., PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A. *et al.* Morfogênese de gramíneas forrageiras na Amazônia Ocidental. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 29, Art.285, 2008b.

COSTA, N. de L. *et al.* Produtividade de forragem e eficiência de utilização da radiação em pastagens de *Mesosetum chaseae* (Luces) nos cerrados de Roraima. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO PECUÁRIA, 2., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: FAEB, 2011. 4p.

GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O. **Produção de pastagens no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2001. 4p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 14).

LEMAIRE, G. Ecophysiological of grasslands: Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo, **Proceedings...** São Paulo: ESALQ, 2001, p.29-37.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.201-209, 2008.

MOCHIUTTI, S.; SOUZA FILHO, A. P.; MEIRELLES, P. R. L. Frequência e época de queima sobre os rendimentos de pastagem nativa de cerrado do Amapá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, 3p.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass, its production and utilization**. London: Blackwell Science, p.31-89, 2000.

SCHÖFFEL, E. R.; VOLPE, C. A. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, n.2, v.9, p.241-249, 2001

SHEEHY, J. E.; COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, v.10, p.239-250, 1973.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.55-59, 1966.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Leaf area, solar radiation interception, and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.5, p.575-577, 1965.

SILVA JÚNIOR, L. C.; SILVA, W. J.; BISINOTTO, F. F. **Efeito da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e desenvolvimento de gramíneas forrageiras**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2009, 4p.

SIVAKUMAR, M. V. K.; VIRMANI, S. M. Crop productivity in relation to interception of photosynthetically active radiation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.31, n.1, p.131-141, 1984.

TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.