



Rendimento potencial de pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima¹

Yield potencial of Trachypogon plumosus pastures in the Roraima's savannas

Newton de Lucena Costa^{2*}, Anibal de Moraes³, Ricardo Augusto de Oliveira⁴, Vicente Gianluppi⁵, Amaury Burlamaqui Bendahan⁶, João Avelar Magalhães⁷

Resumo - O cálculo do rendimento potencial de pastagens pode ser realizado por diversos métodos, sendo necessário correlacionar aqueles que melhor se ajustam às condições reais de campo, em função dos diversos fatores bióticos e abióticos que interferem no crescimento e desenvolvimento das plantas. Dentre os métodos avaliados para a estimativa do rendimento de forragem de *Trachypogon plumosus*, durante o período chuvoso, o que melhor se ajustou às condições de campo foi o proposto por Doorenbos e Kassam (1994), enquanto que o de Sinclair (1993) proporcionou estimativas de produtividade passíveis de obtenção sob condições ambientais e práticas de manejo extremamente favoráveis. O método de Loomis e Williams (1963) estimou uma produtividade muito elevada, mostrando-se inadequado para a previsão do rendimento potencial da gramínea sob condições reais do ambiente de produção. A acurácia dos modelos em prever o rendimento potencial foi diretamente proporcional a utilização de parâmetros que simulem de forma fidedigna a natureza abiótica e fisiológica dos fenômenos envolvidos no processo de acúmulo de biomassa.

Palavras-chave - Estratégias de manejo. Modelagem. Pastagem. Potencial de crescimento.

Abstract - There are several methods to calculate the potential performance, however it's necessary to correlate those more adjusted to real field conditions, in function of the diversity of biotics and abiotics factors that affect the growth and development of the plants and, consequently, in the forage yield potential performance. Among the methods evaluated for the estimate *Trachypogon plumosus* forage potential performance, during rainy season, the method proposed by Doorenbos and Kassam (1994) provided better adjusted to the field conditions, whereas the Sinclair (1993) method provided estimates of the grass growth potential, which can be obtained under extremely favorable environmental conditions and the utilization of better pasture management practices. The method of Loomis and Williams (1963) estimated a very high productivity, showing itself inadequate for simulate grass growth potential under real conditions. The accurate of the models in predict the potential performance was directly proportional to incorporates sensibility parameters that consider the prominent of abiotics and physiological phenomena involved in the biomass accumulation.

Key words - Growth potential. Management strategy. Modelling. Pasture.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 10/06/2011 e aprovado em 19/12/2011

²Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista-RR, Brasil, newton@cpafrr.embrapa.br

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

⁴Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, rico@ufpr.br

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

⁶Pesquisador da Embrapa Roraima, amaury@cpafrr.embrapa.br

⁷Pesquisador da Embrapa Meio Norte, Parnaíba, Piauí, Brasil, avelar@cpamn.embrapa.br

Introdução

A integração de fatores biológicos determinantes da produtividade com os ambientais e suas variações estacionais permite entender e explicar a estacionalidade da produção das plantas forrageiras. O crescimento e o desenvolvimento das pastagens são modulados por fatores ambientais (radiação solar, água, temperatura e características físicas e químicas do solo), que podem ser otimizados com a adoção de práticas de manejo compatíveis com a manutenção do equilíbrio do ecossistema solo-planta-animal (MUNIZ *et al.*, 2007; LARA; PEDREIRA, 2011). A diferença entre o rendimento potencial e o comumente observado em sistemas reais de produção fornece a dimensão das perdas por estresses ambientais e biológicos que afetam a produtividade das pastagens (VERDOODT *et al.*, 2004), permitindo intervenções para a sua maximização pelo uso de práticas de manejo que amenizem seus efeitos limitantes.

A estimativa do rendimento potencial das pastagens tem sido realizada a partir de diferentes modelos, se tornando nos últimos anos uma importante ferramenta para a definição de prioridades de pesquisa e a proposição de práticas de manejo para sistemas reais de produção, que expressem processos biológicos em modelos simplificadores das interações solo-planta-animal-clima, permitindo a previsão do comportamento da comunidade de plantas (HEINEMANN *et al.*, 2010). A maioria dos modelos utilizados baseia-se na simulação do crescimento de plantas e na previsão de rendimento, enfatizando a modelagem dos processos envolvidos na produção agrícola. A utilização desta técnica vem ganhando espaço, devido às inúmeras aplicações que os modelos possibilitam. Os modelos representam uma simplificação do sistema real de produção, baseando-se em hipóteses e propósitos definidos, ajudando numa melhor compreensão do sistema e com a possibilidade de serem aprimorados, a partir de modificações de modelos já existentes (SILVA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2006).

Os modelos matemáticos para a predição do crescimento de pastagens podem solucionar questões científicas, agronômicas e de planejamento, auxiliando no entendimento sobre as interações genéticas, fisiológicas e do ambiente, como também nas decisões de práticas de manejo, como aplicações de fertilizantes, irrigação, ajuste da pressão de pastejo, pela saída ou entrada de animais, diferimento, consorciação de gramíneas com leguminosas etc. (PEDREIRA *et al.*, 2011). Modelos matemáticos baseados nos processos biológicos que permitem a compreensão das causas de respostas das plantas ao ambiente têm sido desenvolvidos para as principais culturas, sendo denominados de matemáticos-fisiológicos, apresentando uma série de vantagens, pois:

a) informações sobre os diferentes processos podem ser reunidas em um único modelo, permitindo uma visão global da cultura; b) resume convenientemente grande quantidade de informações; c) a base matemática para as hipóteses adotadas permite compreender quantitativamente a natureza das interações ambiente-planta; d) a modelagem estimula novos paradigmas e pressuposições, detectando áreas onde o conhecimento é limitado e, f) permitem interpolações e previsões (MUNIZ *et al.*, 2007; CRUZ *et al.*, 2011; LARA; PEDREIRA, 2011). Apesar das limitações dos modelos, que podem ser corrigidas pela inclusão de parâmetros ambientais e fisiológicos que contribuam para sua maior acurácia, estes constituem ferramenta útil para estimar o rendimento potencial, com o intuito de auxiliar na identificação dos fatores que podem afetar negativamente o rendimento, bem como na tomada de decisão sobre ações de manejo.

Em Roraima, os solos sob vegetação de cerrados são caracterizados por baixa fertilidade natural e elevada acidez, o que limita a produtividade, qualidade e persistência das pastagens nativas, implicando em fraco desempenho zootécnico dos rebanhos. Dentre as diversas gramíneas que compõem as pastagens nativas dos cerrados de Roraima, *Trachypogon plumosus* é uma das mais importantes, representando entre 70 e 90% de sua composição botânica, contudo, são escassas as informações sobre o seu potencial de produção, visando a proposição de práticas de manejo mais sustentáveis.

Neste trabalho avaliou-se a viabilidade de utilização de modelos de crescimento para a predição do rendimento potencial de pastagens de *T. plumosus*, durante o período chuvoso, no cerrado de Roraima.

Material e métodos

Os cálculos do rendimento potencial foram realizados a partir de três modelos: Loomis e Williams (1963), Sinclair (1993) e Doorenbos e Kassam (1994). Os valores estimados foram comparados com os obtidos por Costa *et al.* (2011a), em Boa Vista, Roraima, avaliando pastagens de *T. plumosus*, em diferentes idades de rebrota, durante o período chuvoso (maio a julho), sendo a precipitação acumulada de 1.202 mm. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, caracterizado por períodos seco e chuvoso 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. O solo da área experimental é um LATOSSOLO AMARELO, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,8$; $\text{P} = 1,8 \text{ mg kg}^{-1}$; $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,90 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

$H+AI = 2,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $SB = 0,91 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC_t = 3,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC_e = 1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $V(\%) = 25,6$ e $m(\%) = 40$.

Os dados de temperatura, insolação, nebulosidade e 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). O coeficiente de extinção luminosa, o índice de área foliar (IAF) e a eficiência de utilização da radiação (EUR) foram estimados a partir dos dados reportados por Larcher (1975), Rippstein *et al.* (2001), Tejos (2002) e Costa *et al.* (2011a,c) para gramíneas forrageiras nativas submetidas a diferentes práticas de manejo. Para o cálculo do modelo proposto por Doorenbos e Kassam (1994) foi utilizada a temperatura média de 24,8°C. O índice de colheita para os modelos propostos por Loomis e Williams (1963) e Sinclair (1993) foi considerado como 70%.

Resultados e discussão

As estimativas da produtividade de matéria seca (MS) apresentaram grandes variações, o que pode ser atribuído à robustez dos parâmetros utilizados por cada modelo matemático, em prever o rendimento potencial (Tabelas 1, 2, 3 e 4). O método de Loomis e Williams (1963) utiliza apenas a radiação solar incidente como parâmetro de entrada, implicando na predição do maior rendimento de forragem, aos 70 dias de rebrota (7.490 kg ha⁻¹ de MS), o qual dificilmente será obtido em condições de campo, mesmo sob condições bióticas e abióticas extremamente favoráveis.

O método preconiza a linearidade entre a interceptação da radiação e a produtividade de MS, contudo, desconsidera aspectos importantes relacionados à planta, tais como arquitetura das folhas, IAF, coeficiente de extinção luminosa (C_k), temperatura e EUR. Apesar das limitações, sua acurácia poderá ser aumentada com a determinação, para cada ambiente e cultura, das perdas por albedo e do consumo de energia pela respiração. O método proposto por Sinclair (1993) estimou uma produtividade de forragem 67% inferior (2.450 kg ha⁻¹ de MS), comparativamente à calculada pelo método de Loomis e Williams (1963), como decorrência da utilização de outros parâmetros relacionados com a estrutura da pastagem (IAF e C_k), tornando a predição mais fidedigna.

O método de Doorenbos e Kassam (1994) foi o que apresentou a melhor predição, estimando um rendimento de 1.338 kg ha⁻¹ de MS, enquanto que sob condições reais foi obtida uma produtividade de 1.187 ± 278 kg ha⁻¹ de MS, aos 70 dias de rebrota. O método considera aspectos fisiológicos relativos à cultura (IAF, perdas por respiração)

e ao ambiente (radiação incidente, temperatura, fotoperíodo e nebulosidade), o que aumenta sua acurácia na predição do rendimento potencial. Considerando-se a distribuição do rendimento de forragem, em função das idades de rebrota, o método de Loomis e Williams (1963) e o de Sinclair (1993) apresentaram tendências semelhantes às observadas para o rendimento total, enquanto que para o de Doorenbos e Kassam (1994), as estimativas referentes ao período entre 35 a 56 dias de rebrota foram inferiores às constatadas experimentalmente (Tabela 4).

As relações entre idade de rebrota e estimativas do rendimento de forragem foram lineares e descritas pelas equações: $Y = -31,7143 + 107,5102 X$ ($r^2 = 0,9951$); $Y = 13,3333 + 34,7619 x$ ($r^2 = 0,9892$) e $Y = -0,2143 + 19,1173 X$ ($r^2 = 0,9887$), respectivamente, para os modelos propostos por Loomis e Williams (1963), Sinclair (1963) e Doorenbos e Kassam (1994), enquanto que para os rendimentos reais o ajuste foi quadrático ($Y = -1.188 + 77,7526 X - 0,66732 X^2 - R^2 = 0,9652$), sendo o máximo valor registrado aos 58,3 dias de rebrota. Como os modelos desconsideram o efeito do animal sobre a persistência da pastagem, durante a estação de pastejo, o manejo utilizado, independentemente das condições ambientais favoráveis, contribuiu para a redução do rendimento de forragem, considerando-se a fisiologia do crescimento da gramínea, notadamente as perdas por senescência.

A produtividade e a perenidade da pastagem decorrem de sua capacidade de reconstrução de nova área foliar, após o pastejo, a qual está estreitamente relacionada com as condições ambientais, como umidade e fertilidade do solo, temperatura, radiação solar, características genéticas da planta forrageira e as práticas de manejo da pastagem (VIEIRA; MOCHEL FILHO, 2010). As condições do ambiente são determinantes no processo de formação e manutenção dos tecidos vegetais e, conseqüentemente, da formação da área foliar.

O papel fundamental da radiação solar sobre a produtividade das plantas decorre de que mais de 90% de seu peso seco provém diretamente da assimilação fotossintética do carbono. A fração mineral absorvida do solo pelas raízes representa apenas 6 a 9% do peso seco total da planta. Neste contexto, o conhecimento do processo da fotossíntese das comunidades vegetais e os fatores que a afetam, torna-se primordial para a otimização da produtividade primária do ecossistema. A captação da radiação incidente pelas culturas depende do IAF, posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de inserção, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade (VARLET-GRANCHER *et al.*, 1989), além da espécie cultivada e das práticas de manejo. Se o IAF aumentar muito, a produção de MS não acompanhará, pois haverá grande quantidade de folhas basais sombreadas e folhas senescentes que serão menos eficientes

Tabela 1- Cálculo do rendimento potencial de forragem de *Trachypogon plumosus* pelo método de Loomis e Williams (1963)

Componentes do Cálculo	Valor de Entrada	Valor Calculado
Radiação solar incidente média	406 cal cm ² dia ⁻¹	
Caloria da radiação solar visível	8,64 μEinstens cal ⁻¹	
Energia bruta para fotossíntese		3.525,12 μEinstens cal ⁻¹
Perda por albedo (Planta+Solo)	1.762,56 μEinstens cal ⁻¹	
Perda por absorção inativa (10%)	325,51 μEinstens cal ⁻¹	
Energia líquida para fotossíntese		1.410,05 μEinstens cal ⁻¹
Necessidade de quantum	10 quanta molécula CO ₂ reduzida ⁻¹	
Produção bruta de CH ₂ O		141,00 μmoles cm ² dia ⁻¹
Consumo da respiração (40%)		84,60 μmoles cm ² dia ⁻¹
Produção líquida de CH ₂ O	30 g mol ⁻¹	25,38 g m ² dia ⁻¹
Matéria seca total (MST)		253 kg ha ⁻¹
MST referente à parte aérea	70%	
Índice de colheita	70%	
Nutrientes inorgânicos	8%	
Rendimento de matéria seca		107 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹

Tabela 2- Cálculo do rendimento potencial de forragem de *Trachypogon plumosus* pelo método de Sinclair (1993)

Componentes do Cálculo	Valor de Entrada	Valor Calculado
Radiação solar incidente média	406 cal cm ² dia ⁻¹	17,0768 MJ m ² dia ⁻¹
Eficiência de uso da radiação (EUR)	0,5 g MJ ⁻¹	
Coefficiente de extinção (K)	0,5	
Índice de área foliar (IAF)	2,0	
Fração da radiação solar interceptada		0,5276
Radiação interceptada		8,967 MJ m ² dia ⁻¹
Taxa de crescimento da cultura (TCC)		4,483 g m ² dia ⁻¹
Matéria seca total (MST)		1.133,44 g m ²
MST referente à parte aérea	70%	3,14 g m ²
Índice de colheita	70%	
Rendimento de matéria seca		35 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹

Tabela 3- Cálculo do rendimento potencial de *Trachypogon plumosus* pelo método de Doorenbos e Kassam (1994)

Componentes do Cálculo	Valor Calculado
Produção Potencial Bruta com nuvens (PPBn)	77,93 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
Produção Potencial Bruta sem nuvens (PPBc)	115,41 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
Produção Potencial Bruta de matéria seca (PPBp)	193,34 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
Radiação solar incidente média (Q0)	406 cal cm ² dia ⁻¹
Correção para temperatura de dias nublados (cTn)	1,3809
Correção para temperatura de dias claros (cTc)	1,9822
Correção para IAF (CIAF)	0,2474
Correção para respiração (Cr)	0,60
Correção para parte colhida (Cc)	0,7
Rendimento de matéria seca	19,14 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹

Tabela 4 - Rendimento potencial de forragem (kg ha⁻¹ de MS) de *Trachypogon plumosus*, em diferentes idades de rebrota, calculado por três modelos matemáticos, comparativamente ao seu rendimento experimental, em Boa Vista, Roraima

Idade de Rebrota (dias)	Loomis e Williams (1963)	Sinclair (1993)	Doorenbos e Kassam (1994)	Real
21	2.247	755	401	195
28	2.996	980	535	477
35	3.745	1.225	669	701
42	4.494	1.470	803	1.019
49	5.243	1.715	937	1.144
56	5.992	1.960	1.070	1.198
63	6.741	2.205	1.204	1.202
70	7.490	2.450	1.338	1.187

fotossinteticamente. Além da quantidade de luz, a sua qualidade, especificamente à relação V/V_e (vermelho/vermelho extremo) da luz incidente em cada camada de folhas é importante para a ativação de gemas e a produção de novos perfilhos, sendo a relação reduzida à medida que se aumenta a área foliar do dossel (MATTHEW *et al.*, 2000). Provavelmente, a produção de novos perfilhos cessa antes que a área foliar máxima seja alcançada (IAF teto), ou seja, quando para cada nova folha surgida no topo da planta há a senescência de uma folha em sua porção inferior.

A eficiência do uso da radiação pelas plantas 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 afeta a quantidade de radiação incidente que atinge os diferentes estratos e a absorção pelas plantas (VIEIRA; MOCHEL FILHO, 2010). A relação produção de MS:quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada ou absorvida tem sido amplamente adotada para definir a eficiência de uso da radiação pelas culturas (NABINGER, 2001; COSTA *et al.*, 2011c). Em condições bióticas e ambientais não limitantes, vários autores demonstraram a linearidade da relação entre a MS total acumulada e a disponibilidade da RFA (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 (SCHÖFFEL; VOLPE, 2001), evidenciando que há outros fatores relacionados, como potencial genético, hábito de crescimento, arquitetura foliar e disponibilidade de água e nutrientes.

Os rendimentos de forragem de *T. plumosus* são variáveis e diretamente influenciados pelas práticas de manejo impostas e pelas condições ambientais. Costa

et al. (2008), para pastagens da gramínea, submetidas a diferentes níveis de desfolhação, reportaram rendimentos de 967; 1.215 e 1.364 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente, para cortes a 10, 20 e 30 cm acima do solo. Nos cerrados do Amapá, Mochiutti *et al.* (1997, 1999) constataram produtividades de 1.124 e 1.417 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente, para pastagens de *T. plumosus* roçadas ou queimadas anualmente. Na Venezuela, Mata *et al.* (1985), para pastagens de *Trachypogon* spp., submetidas a diferentes intervalos entre cortes, estimaram rendimentos de 1.654; 2.309 e 2.631 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente para cortes a cada 28, 49 e 63 dias. Para pastagens fertilizadas com nitrogênio, Costa *et al.* (2011b) estimaram rendimentos de 1.098; 2.154; 2.589 e 2.711 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente para doses de 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, evidenciando a alta resposta de *T. plumosus* à melhoria do ambiente de produção.

Para a obtenção do potencial de rendimento das pastagens torna-se importante a avaliação de sistemas de produção, onde seja explorada a capacidade de perfilhamento da planta, concomitantemente com a combinação entre a quantidade de forragem e a exigência nutricional do animal. A utilização intensiva de pastagens demanda uma nova concepção sobre os princípios básicos que direcionam o seu manejo (VIEIRA; MOCHEL FILHO, 2010). Apesar da importância dos fatores abióticos sobre os processos de acúmulo e senescência de forragem, a adoção de práticas de manejo que maximizem as potencialidades dos recursos naturais assume papel relevante para assegurar a produtividade, longevidade e economicidade da produção animal em pastagem.

O manejo da pastagem baseado no conceito de IAF crítico, condição na qual 95% da radiação incidente são interceptadas pelo dossel da pastagem, fornece as ferramentas essenciais para a compreensão dos processos de acúmulo e senescência da forragem, notadamente de folhas, as quais são altamente correlacionadas com

o valor nutritivo, representado pela taxa de consumo, digestibilidade e natureza dos produtos da digestão. A manutenção de um IAF muito alto na pastagem incorrerá na perda do potencial de produção que limitará a utilização de forragem, independentemente da eficiência de utilização (VIEIRA; MOCHEL FILHO, 2010). Da mesma forma, a taxa de consumo de forragem, bem como a eficiência de sua utilização tende a decrescer, como resultado de uma redução na densidade populacional de perfilhos e menor relação folha:colmo (VERDOODT *et al.*, 2004). Apesar da busca por maior eficiência de utilização da forragem, as perdas por senescência são inevitáveis, em função da necessidade de priorizar a produção por animal, o que torna necessária a adoção de ofertas de forragem acima da capacidade de ingestão dos animais, de modo a maximizar o efeito seletivo dos animais (NABINGER, 2001).

Conclusões

A utilização de modelos matemáticos para a predição do rendimento potencial de gramíneas forrageiras é uma ferramenta útil e viável, podendo auxiliar no entendimento sobre as interações genéticas, fisiológicas e ambientais.

As discrepâncias constatadas entre as estimativas dos diferentes modelos decorrem da robustez de seus parâmetros em expressar de forma fidedigna a natureza abiótica e fisiológica dos fenômenos envolvidos no processo de acúmulo e senescência de biomassa.

O método de Doorenbos e Kassam (1994) foi o que apresentou melhor ajuste às condições de campo; o de Sinclair (1963) proporcionou estimativas do rendimento potencial da gramínea, passíveis de obtenção sob condições ambientais e práticas de manejo extremamente favoráveis, enquanto que o de Loomis e Williams (1963) estimou uma produtividade muito elevada, mostrando-se inadequado para a previsão da produtividade sob condições reais do ambiente de produção.

A resposta da gramínea às condições ambientais pode ser potencializada com a utilização de práticas de manejo adequadas.

Literatura científica citada

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.

CARDOSO, G. D. *et al.* Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.2, p.79-86, 2006.

COSTA, N. de L. *et al.* Acúmulo de forragem e eficiência de utilização da radiação em pastagens de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.2, p.143-147, 2011c.

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

COSTA, N. de L. *et al.* Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 2011a. 3p

COSTA, N. de L. *et al.* Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon plumosus* sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 2011b. 3p

CRUZ, P. G. *et al.* Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.675-681, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. **Modelos de simulação do crescimento, desenvolvimento e produtividade na pesquisa agrônômica**. Santa Helena de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 26p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 264).

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.743-750, 2011.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. 252p.

LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, v.3, n.1, p.67-72, 1963.

MATA, D.; MORENO, E.; ROJAS, N. R. Efecto de la edad sobre la composición química del *Trachypogon* spp. en una sabana del Sureste del Estado Guarico. **Zootecnia Tropical**, v.3, n.1, p. 29-48, 1985.

MATTHEW, C. *et al.* Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. *et al.* (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.127-150.

MOCHIUTTI, S.; MEIRELLES, P. R. L.; SOUZA FILHO, A. P. Efeito da frequência e época de roçada sobre a produção e rendimentos das espécies de pastagem nativa de cerrado do Amapá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, 3p. (CD-ROM).

MOCHIUTTI, S.; SOUZA FILHO, A. P.; MEIRELLES, P. R. L. Efeito da frequência e época de queima sobre a produção e rendimentos das espécies de pastagem nativa de cerrado do Amapá. In: REUNIÃO ANUAL DAS SOCIEDADES BRASILEIRAS DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, 3p. (CD-ROM).

- MUNIZ, L. C. *et al.* Modelagem e simulação na agropecuária. **Pubvet**, v.1, n.11, Art#110, 2007.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.192-210.
- PEDREIRA, B. C. *et al.* Adapting the CROPGRO perennial forage model to predict growth of *Brachiaria brizantha*. **Field Crops Research**, v.120, p.370-379, 2011.
- RIPPSTEIN, G.; ESCOBAR, G.; MOTTA, F. **Agroecología y biodiversidad de los Llanos Orientales de Colombia**. Cali, Colombia: CIAT, 2001. 302p.
- 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.
- 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.
- SILVA, F. C. *et al.* Modelos de simulação para análise e apoio à decisão em agrossistemas. **Revista Biociências**, v.8, n.2, p.7-17, 2002.
- SINCLAIR, T. R. Crop yield potential and fairy tales. In: BUXTON, D. R. *et al.* (Ed). **International Crop Science I**. Crop Science Society of America, 1993. Cap.52, p.707-711.
- TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.
- VARLET-GRANCHER, C. *et al.* Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, v.9, p.419-439, 1989.
- VERDOODT, A.; RANST, E. V.; YE, L. Daily simulation of potential dry matter production of annual field crops in tropical environments. **Agronomy Journal**, v.96, n.11, p.1739-1753, 2004.
- VIEIRA, M. M.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.12, p.15-24, 2010.