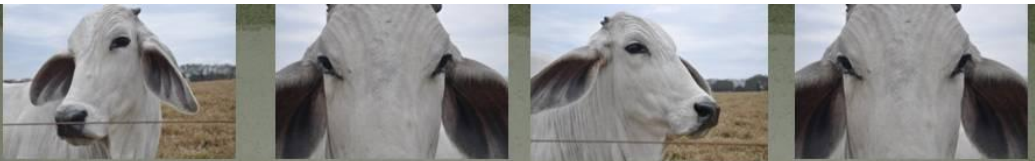


Boletim de Pesquisa 24 ***e Desenvolvimento*** ISSN 1806-3322 Dezembro, 2011

Taxa de acúmulo de matéria seca e biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária



ISSN 1806-3322
Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento24

Taxa de acúmulo de matéria seca e biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Célia Regina Grego
Flávia Maria de Andrade Gimenes
Caio Gusmão Ferrer de Almeida
Alex de Oliveira

Embrapa Monitoramento por Satélite
Campinas, SP
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Telefone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

www.cnpm.embrapa.br

sac@cpnm.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Cristina Criscuolo*

Secretária-Executiva: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio, Graziella Galinari, Luciane Dourado e Vera Viana dos Santos*

Supervisor editorial: *Cristina Criscuolo*

Revisor de texto: *Graziella Galinari*

Normalização bibliográfica: *Vera Viana dos Santos*

Diagramação eletrônica: *Shirley Soares da Silva*

Fotos da capa: *Célia Regina Grego e Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues*

1ª edição

1ª impressão (2011): versão digital.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Monitoramento por Satélite

Rodrigues, Cristina Aparecida Gonçalves

Taxa de acúmulo de matéria seca e biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária / Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Célia Regina Grego, Flávia Maria de Andrade Gimenes, Caio Gusmão Ferrer de Almeida, Alex de Oliveira. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

27 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24). ISSN 1806-3322.

1. Biomassa. 2. Gado de corte. 3. Pastagem. I. Grego, Célia Regina. II. Gimenes, Flávia Maria de Andrade. III. Almeida, Caio Gusmão Ferrer de. IV. Oliveira, Alex de. V. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). VI. Título. VII. Série.

CDD 633.2

© Embrapa, 2011

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 4 |
| Abstract | 5 |
| Introdução..... | 6 |
| Material e Métodos..... | 10 |
| Resultados e Discussão | 15 |
| Conclusões..... | 23 |
| Referências | 24 |

Taxa de acúmulo de matéria seca e biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária

*Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues*¹

*Célia Regina Grego*²

*Flávia Maria de Andrade Gimenes*³

*Caio Gusmão Ferrer de Almeida*⁴

*Alex de Oliveira*⁵

Resumo

Esse estudo faz parte do projeto de pesquisa denominado “Variabilidade espacial dos índices de qualidade do solo para sistemas agropecuários – Qualisolo”. O objetivo do estudo é a obtenção da taxa de acúmulo de matéria seca e a biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária usualmente encontrada em propriedades rurais brasileiras de criação de gado de corte. No presente trabalho fez-se também, para efeito de comparação, a estimativa de taxa de acúmulo de matéria seca através de modelos empíricos da literatura que utilizam alguns elementos climáticos. O estudo foi realizado na fazenda experimental do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa (SP), de novembro de 2010 a junho de 2011. A pastagem foi manejada sob pastejo contínuo e taxa de lotação variável. A taxa média de acúmulo da forragem no período foi de 50,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e o acúmulo total de matéria seca em 213 dias foi 10.754,4 kg MS ha⁻¹. A análise geostatística da biomassa obtida em 50 pontos de amostragem revelou dependência espacial somente para a biomassa média dos meses agrupados de verão e outono.

Termos para indexação: Biomassa, gado de corte, pastagem.

¹ Zootecnista, Doutora em Biologia Vegetal, Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP, crisagr@cnpm.embrapa.br

² Doutora em Energia na Agricultura, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, crgrego@cnpm.embrapa.br

³ Agrônoma, Doutora em Ciência Animal e Pastagens, Pesquisadora do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, flavia@iz.sp.gov.br

⁴ Graduando em Tecnologia Ambiental da Unicamp-Limeira, Bolsista CNPq na Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP, caio@cnpm.embrapa.br

⁵ Graduando em Engenharia Ambiental da PUC-Campinas, Estagiário na Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP, alex@cnpm.embrapa.br

Dry mass and shoot biomass accumulation rate in a *Brachiaria* pasture

Abstract

This study is part of a research project named "Spatial variability of soil quality indices for agricultural systems – Qualisolo". Its objective is to obtain the dry mass and shoot biomass accumulation rate in a Brachiaria pasture, usual in Brazilian beef cattle farms. For comparison purposes, the dry mass accumulation rate was also estimated by means of empirical models which use climatic elements. This study was performed at the experimental farm of the Instituto de Zootecnia (Nova Odessa, SP, Brazil) from November 2010 to June 2011. The pasture was managed under continuous grazing and at a variable stocking rate. The average forage accumulation rate for the period was of 50.5 kg MS ha⁻¹ day⁻¹, and the total dry mass accumulation during 213 days was of 10,754.4 kg MS ha⁻¹. The geostatistical analysis of biomass samples from 50 sampling points revealed spatial dependence only for the average biomass of the summer and autumn months grouped.

Index terms: Biomass, beef cattle, pasture.

Introdução

Os conceitos de taxa de acúmulo de matéria seca, de produtividade e de produção têm sido usados de forma ampla, o que algumas vezes impossibilita uma compreensão precisa dos resultados apresentados em comunicações técnico-científicas. Na literatura específica sobre forrageiras e manejo de pastagens, também encontramos divergência entre os conceitos de alguns termos da área.

A produtividade pode ser expressa por diferentes parâmetros em função da natureza do processo produtivo. É uma quantidade dimensional, expressa por meio de uma unidade específica e adequada (WEYNE, 2006). Do ponto de vista da economia agrícola, a produtividade é um indicador econômico que relaciona valores de produção com quantidade de fatores de produção utilizados. No setor agrícola, os fatores de produção são a terra, o capital, a energia, os equipamentos utilizados e o trabalho (BUAINAIN; VIEIRA, 2009). Por exemplo, a produtividade de uma empresa agropecuária que possua 1.000 vacas leiteiras, com uma produção anual de 700.000 litros de leite é de 700 litros vaca⁻¹ ano⁻¹ (WEYNE, 2006).

Em ecologia, a produtividade primária bruta é a quantidade de energia fixada por organismos produtores (autotróficos) no processo de fotossíntese por unidade de área e por unidade de tempo. E a produtividade primária líquida (que corresponde ao acúmulo de biomassa elaborada pela pastagem) é a produtividade primária bruta menos a energia consumida nos processos básicos para a manutenção do organismo autotrófico: respiração (AMTHOR; BALDOCCHI, 2001). Essa produtividade é incorporada à biomassa vegetal e é transferida para os consumidores herbívoros.

O acúmulo de forragem é o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos, que são o crescimento e a senescência (SBRISSIA et al., 2009; SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2006). Assim, o processo de acúmulo de forragem é dinâmico. Esse balanço entre o processo de crescimento e o de senescência é máximo na situação em

que 95% da luz incidente é interceptada pelo dossel e na qual a taxa média de acúmulo de forragem atinge seu máximo com maior acúmulo de forragem (PARSONS et al., 1988 citado por SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). A estrutura do dossel forrageiro (arranjo e distribuição espacial das partes das plantas sobre o solo) é muito importante para o acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida e sobre o comportamento ingestivo, consumo e desempenho dos animais em pastejo (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

A taxa de acúmulo de matéria verde de forrageiras é a medida do acúmulo da massa de forragem no intervalo entre duas datas em uma pastagem que foi vedada ou excluída do pastejo animal. Assim, o valor dessa taxa não apresenta o efeito animal. Estudiosos da morfogênese (processo da formação, dinâmica e expansão de novos tecidos da parte aérea de uma planta individual ou perfilho) definem o acúmulo líquido em biomassa vegetal de uma planta forrageira como o resultado da diferença entre o aumento bruto em massa, devido à formação de novos tecidos e a diminuição causada tanto pela senescência e decomposição de tecidos mais velhos, como pelo consumo de forragem pelos animais (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004).

O acúmulo de matéria seca ou produtividade depende do comprimento do período de rebrota (intervalo entre pastejos) e do índice de área foliar inicial após pastejo (manejo das pastagens). Também dependente do clima (temperatura do ar, precipitação média, radiação e fotoperíodo) e do solo (disponibilidade hídrica no solo, fertilidade do solo). Usualmente essa taxa é expressa em kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹.

A biomassa da vegetação da pastagem ou fitomassa é a massa herbácea constante acima do solo, o produto em pé ou *standing crop* conforme Grisi (2007). Após corte e processo de secagem em estufa com temperatura controlada (aproximadamente 65° Celsius), é referida como rendimento de matéria seca (MANNETJE, 2000). É muito usada em produtividade, pois é uma medida bem mais precisa que o peso da matéria fresca (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). Na literatura alguns autores

utilizam também o termo produtividade para designar a massa de forragem antes e após o pastejo ou ainda a biomassa existente no campo concomitante a pastejo contínuo.

A análise de crescimento de plantas (medida seqüencial da acumulação de fitomassa) explica diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). Conforme Nascimento Júnior et al. (2002), crescimento pode ser definido de várias formas ou, simplesmente, como aumento irreversível de uma dimensão física de um indivíduo ou órgão com o tempo. E o desenvolvimento é o processo de iniciação de um órgão até sua diferenciação, inclusive sua senescência (SALISBURY; ROSS, 1992 citado por NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2002). As diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie servem para selecionar cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas ao que se deseja.

Os parâmetros utilizados para medir o crescimento vegetal abordam a área foliar (AF) e matéria seca (MS) acumulada pela planta (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). As medidas tomadas para análise de crescimento (BENINCASA, 2003) são: taxa de crescimento absoluto (TCA); taxa de crescimento relativo (TCR); razão de área foliar (RAF); taxa assimilatória líquida (TAL); taxa de crescimento foliar relativo (TCFR); taxa de crescimento da cultura (TCC); índice de área foliar (IAF); duração de área foliar (DAF); índice de colheita (IC).

A produção é sempre expressa em unidades físicas/tempo ou em unidades físicas/área. A produção da pastagem é o valor oriundo da diferença entre duas medições de biomassa da forrageira, dividido pela unidade de área da pastagem no momento da coleta (valor variável dia a dia). A produção de MS (em kg) por unidade de área é determinada pelo peso da gramínea fresca ou verde (kg) multiplicado pela porcentagem de MS. Caso a área de pastagem sob avaliação tenha grande variabilidade espacial, haverá maior dificuldade em se medir as alterações na produção de MS.

Existem vários métodos para a avaliação da produção de pastagens, sendo a escolha do procedimento de amostragem dependente do objetivo da medição, nível de precisão pretendido e a escala de trabalho (MANNETJE, 2000). Os métodos podem ser: diretos e indiretos; destrutivos e não destrutivos, como o método do prato ascendente, o da altura da pastagem e a estimativa visual direta (MANNETJE, 2000).

O uso de gaiolas de exclusão em pastagens cultivadas ou naturais é um método indireto de estimativa da taxa de acúmulo de matéria das forrageiras das pastagens e do consumo animal. É indicado em sistemas de pastejo contínuo. Esse método (técnica do triplo emparelhamento) foi descrito por Klingman e outros em 1943 e adaptado no Brasil por Moraes et al. (1990). Quando o método de pastejo utilizado é o de lotação rotacionada, a determinação das taxas de acúmulo de forragem pode ser realizada por meio da medição da massa de forragem em piquetes não pastejados em dois instantes no tempo, normalmente logo após o pastejo e imediatamente antes do pastejo subsequente (BARIONI et al., 2006).

O objetivo do presente estudo foi estimar a taxa de acúmulo diário de matéria seca e a biomassa aérea de uma pastagem de capim braquiária. O trabalho é componente do plano de ação (PA) "Determinação da produtividade e fitomassa dos sistemas de cultivo". Esse PA faz parte do projeto de pesquisa desenvolvido pela Embrapa Monitoramento por Satélite "Variabilidade espacial dos índices de qualidade do solo para sistemas agropecuários - Qualisolo". Assim, o estudo visou atender parte dos objetivos do projeto de pesquisa através da estimativa da taxa de acúmulo de matéria seca do capim braquiária em campo e da estimativa da quantidade de biomassa aérea com análise espacial e construção de mapas isolinhas. Também houve estimativa da taxa de acúmulo de matéria seca do capim braquiária através de modelos empíricos de regressão encontrados na literatura que utilizam alguns elementos climáticos para efeito de comparação.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

Uma área de pastagem foi escolhida para o monitoramento dos atributos ligados à produção de biomassa aérea. A área de estudo pertence à Fazenda Experimental do Instituto de Zootecnia, situada no município de Nova Odessa, Estado de São Paulo (22° 46' latitude Sul e 47° 18' longitude Oeste), a 570 m de altitude (Figura 1). Apresenta tipo climático Cwa (clima subtropical, com inverno seco e verão úmido e quente, conforme classificação internacional de Koppen). A área possui 4,2 ha com pastagem cultivada da forrageira *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster (Syn. *Brachiaria brizantha*) e aqui chamada de capim braquiária. O solo sob a pastagem é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, cujos atributos estão na tabela 1. A declividade média do terreno da área de estudo é de aproximadamente 5%.

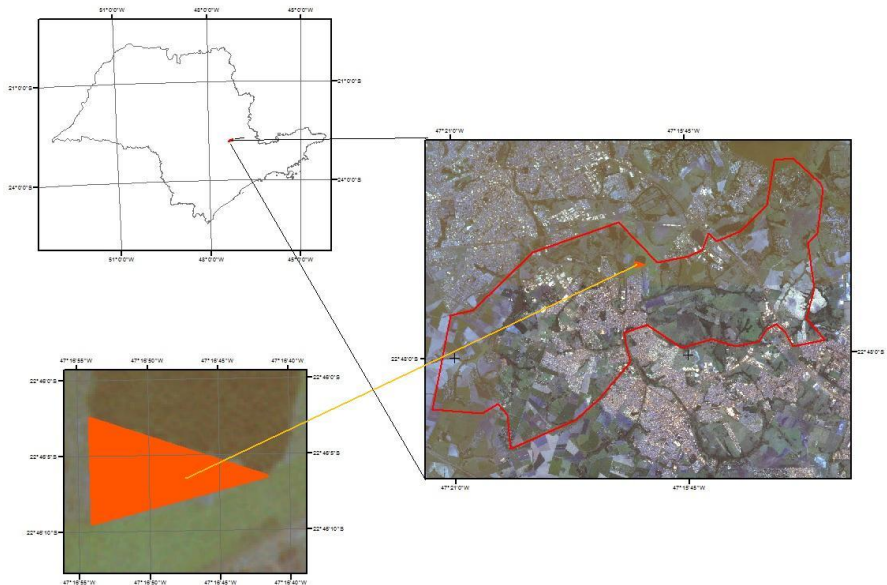


Figura 1. Imagem da área de estudo (pastagem de capim braquiária) na Fazenda Experimental do Instituto de Zootecnia, situada no município de Nova Odessa (SP). Imagem RapidEye de 2011.

Tabela 1. Valores médios dos atributos químicos e físicos do solo sob a pastagem de capim braquiária.

| Atributos químicos do solo (valores médios de amostras coletadas de 0 - 20 cm) | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|------|
| pH H ₂ O | M.O. g dm ⁻³ | P (resina) mg/ dm ⁻³ | K nmolc/ dm ⁻³ | Ca nmolc/ dm-3 | Mg nmolc/ dm-3 | H + Al nmolc/ dm-3 | Al nmolc/ dm-3 | CTC nmolc/ dm-3 | V % |
| 5,2 | 31,4 | 1,8 | 0,6 | 11,9 | 6,6 | 45,6 | 12,3 | 64,8 | 29,8 |
| Atributos físicos do solo (valores médios de amostras coletadas de 0 cm a 20 cm) | | | | | | | | | |
| Areia % | | Argila % | | Silte % | | Densidade g cm ⁻³ | | | |
| 36,5 | | 36,8 | | 26,8 | | 1,5 | | | |

Análises realizadas nos Laboratórios de Solos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Durante o período experimental (5 de novembro de 2010 a 5 de julho de 2011), o pastejo na área de estudo foi contínuo com carga animal variável. O número de animais presentes na área variou de três (peso médio animal de 360,3 kg) a sete (peso médio animal de 424,4 kg). Essa variação ocorreu em função da disponibilidade de forragem em campo para o gado (taxa de lotação compatível com a capacidade de suporte). A menor lotação ocorreu no período de 5 de novembro de 2010 a 18 de janeiro de 2011 (68 dias). A lotação média da área foi de 1,1 unidades animal (UA) /ha. Na Tabela 2 são apresentados os elementos climáticos de interesse e na Figura 2, o balanço hídrico e temperatura média do ar do município de Nova Odessa (SP) no período experimental.

Para se determinar a produção potencial relativa de forragem (PPR), em cada mês do ano, com base na temperatura média mensal (Tabela 2 e Figura 2), utilizou-se a equação descrita em Barioni et al. (2006) onde $T_{ótima}$ refere-se à temperatura ótima para a forrageira. Conforme os autores, como são escassos os dados científicos sobre a temperatura base das forrageiras tropicais, recomenda-se utilizar valores entre 16 e 17 °C para a *Urochloa brizantha*. E a temperatura ótima estabeleceu-se em 30 °C.

$$PPR = \frac{T_{\text{média}} - T_b}{T_{\text{ótima}} - T_b}, \text{ se } T_{\text{média}} < T_{\text{ótima}}$$

Tabela 2. Elementos climáticos de interesse durante o período experimental em Nova Odessa (SP). ETR = evapotranspiração real; ETP = evapotranspiração potencial; e relação ETR (evapotranspiração real) / ETP (evapotranspiração potencial).

| Mês | Temperatura média (°C) | Pluviosidade (mm) | ETR (mm) | ETP (mm) | ETR/ETP (mm) |
|----------------|------------------------|-------------------|----------|----------|--------------|
| Novembro 2010 | 23,8 | 82,6 | 138 | 149 | 0,93 |
| Dezembro 2010 | 25,2 | 234,0 | 145 | 149 | 0,97 |
| Janeiro 2011 | 25,5 | 400,2 | 129 | 135 | 0,95 |
| Fevereiro 2011 | 25,9 | 191,3 | 112 | 113 | 0,99 |
| Março 2011 | 23,8 | 197,9 | 84 | 84 | 1,00 |
| Abril 2011 | 23,0 | 97,3 | 46 | 58 | 0,80 |
| Mai 2011 | 18,6 | 16,6 | 37 | 43 | 0,86 |
| Junho 2011 | 15,9 | 46,7 | 138 | 149 | 0,93 |
| Julho 2011 | 18,9 | 2,3 | 145 | 149 | 0,97 |

Fonte: CIIAGRO (2011).

Para estimar a produtividade da pastagem (sem adubação nitrogenada) em cada mês (P_i), utilizou-se a equação descrita em Barioni et al. (2006).

$$P_i = M * PPR_i * FHi$$

Onde:

M é a produtividade de referência da pastagem (Produtividade Referência ou Potencial de 30 a 80 kg/ha/dia de matéria seca sob nossas condições) (BARIONI et al. 2006);

PPR_i é o potencial de produção relativo à temperatura em cada mês (°C);

FH_i é o fator multiplicador relacionado à deficiência hídrica (consideramos aqui ETR/ETP e não ETR/ETM como proposto para FH_i, posto que não conhecemos ao certo o kC da *Urochloa brizantha*, Tabela 2).

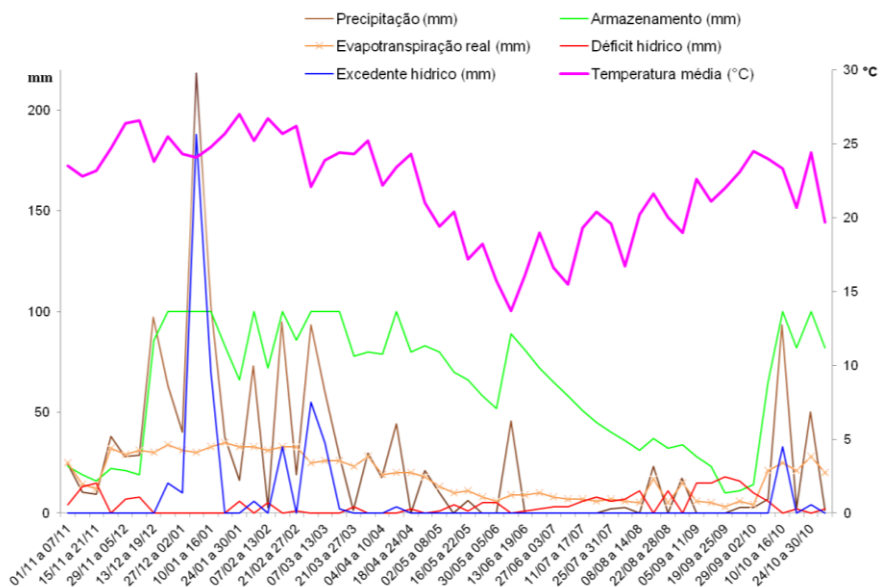


Figura 2. Balanço hídrico e temperatura média do ar (°C) para o município de Nova Odessa (SP) entre os dias 01/11/2010 e 30/10/2011 (CIIAGRO, 2011).

Taxa de acúmulo de matéria seca

A estimativa da taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) foi obtida através de amostragens realizadas a cada 28 a 34 dias. Para tanto, empregou-se o método do triplo emparelhamento descrito em Moraes et al. (1990) e calculou-se o acúmulo de matéria seca conforme Davies et al. (1993). Fez-se uso de 10 gaiolas de exclusão ao pastejo de área de um m^2 (Figura 3) em cada uma das datas de coleta.



Figura 3. Gaiola de exclusão em pastagem de capim braquiária (Foto: Célia Regina Grego).

A taxa de acúmulo de matéria seca de cada área amostral entre duas datas consecutivas de coleta foi obtida pela diferença entre a massa seca da amostra colhida dentro da gaiola na data da amostragem e a massa seca da amostra colhida fora da gaiola na data de amostragem anterior, dividida pelo número de dias entre as avaliações e pela área de cada amostra. A taxa média de acúmulo diário de matéria seca para a área de estudo entre duas datas consecutivas foi obtida pela média aritmética das dez amostras das gaiolas.

Estimativa da quantidade de biomassa aérea

A estimativa da biomassa da pastagem foi obtida conforme o método do rendimento visual comparativo (HAYDOCK; SHAW, 1975) utilizado por Machado et al. (2007). O método baseou-se na seleção de cinco áreas padrão (com a menor e a maior quantidade de forragem contida em quadrados de $0,25 \text{ m}^2$), que representaram as diferenças de produção encontradas na área (avaliações visuais de altura, densidade

da forrageira e estimativa da quantidade de forragem disponível). A seleção destes padrões promoveu o treinamento e a calibragem do olho dos três observadores para as estimativas visuais. Posteriormente, o material vegetal contido nos quadrados foi cortado, a forragem seca em estufa e foi calculada a regressão entre o escore visual e o peso da forragem seca. Esta avaliação foi realizada em 50 pontos aleatórios, distribuídos por toda a área, em cada uma das amostragens de campo (cada observador atribuiu o seu escore), obtendo-se a biomassa em kg MS ha⁻¹. Todos os pontos foram georreferenciados para posterior análise espacial por geostatística e construção de mapas isolinhas conforme metodologia descrita por Vieira (2000).

Resultados e Discussão

Em nosso estudo, a taxa média total de acúmulo de matéria seca durante o período experimental foi de 50,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ sob constante condição de altura média de pastejo de 10 cm. As taxas de acúmulo de matéria seca variam conforme a espécie ou cultivar forrageiro das pastagens cultivadas e sob diferentes condições ambientais e de manejo. Esse resultado foi menor em relação ao encontrado por Sbrissia (2004), que após avaliar a taxa de acúmulo de forragem da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (atual *Urochloa brizantha*)¹ mantida sob lotação contínua a 10, 20, 30 e 40 cm de altura de pastejo variou de 100 a aproximadamente 115 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹, em Piracicaba (SP).

¹ Nas citações de trabalhos científicos respeitou-se a nomenclatura original determinada pelo(s) autor(es) nas referidas publicações em relação ao nome científico da espécie forrageira *Brachiaria brizantha* atualmente considerada *Urochloa brizantha*.

A Figura 4 apresenta os resultados das taxas de acúmulo de matéria seca da pastagem durante o período experimental em Nova Odessa (SP). Observa-se que houve um incremento a partir de fevereiro até o mês de maio, período logo após o maior pico de precipitação pluviométrica (Figura 2).

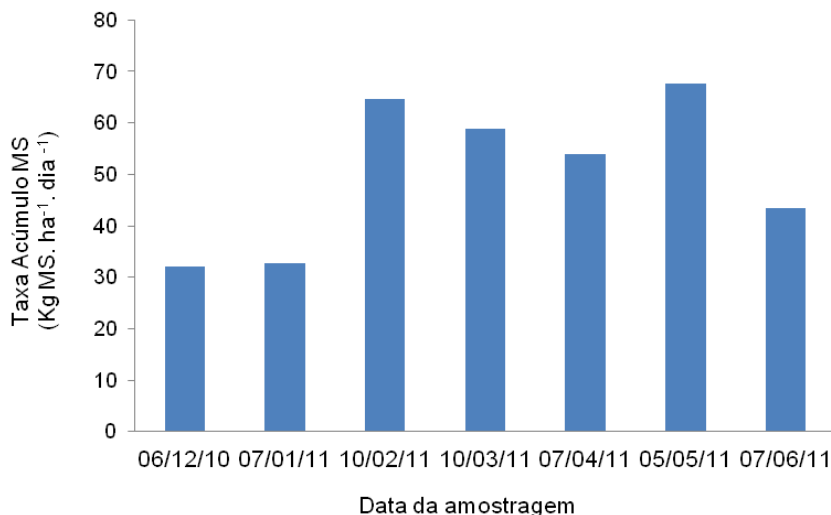


Figura 4. Variação da taxa de acúmulo diário de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) da pastagem de capim braquiária durante o período experimental.

A pastagem utilizada no estudo encontrava-se em princípio de degradação com pequenas áreas com solo nu e presença de cupinzeiros. A severa desfolha das plantas devido ao super pastejo ocorrida até um mês antes do início do estudo pode ter prejudicado a taxa média total de acúmulo de MS. Além disso, desde o mês de abril de 2010 (antes do início da implantação experimental) até novembro de 2010, a área estava sob déficit hídrico. As temperaturas mínimas mensais variaram de 9° a 15,3° C e as temperaturas mínimas absolutas de 4,6° a 11,1°C, no período de junho a outubro de 2010. Ou seja, houve também fatores climáticos limitantes que interferiram no crescimento da forrageira tropical além dos oriundos do manejo e, conseqüentemente, a taxa mensal de acúmulo de matéria seca foi predominantemente menor ou similar a alguns resultados da literatura.

Os valores das taxas mensais de acúmulo de matéria seca em *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, adubada durante as águas e manejada intensivamente sob pastejo rotacionado em São Carlos (SP), variaram de 81 a 17 kg MS ha⁻¹dia⁻¹ entre os meses de janeiro e junho de 2000, respectivamente (CORRÊA et al., 2001). Ferreira e Barioni (2007) determinaram taxas de acúmulo de matéria seca em pastagens de *Brachiaria* spp. no Brasil central (Cristalina, GO) de 39,6; 60,7; 36,4 e 17,8 kg MS ha⁻¹dia⁻¹ respectivamente na primavera, verão, outono e inverno de novembro de 2005 a outubro de 2006. Em outro trabalho com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, submetida a diferentes estratégias de pastejo rotacionado em Piracicaba (entre elas o nível de interceptação luminosa a 95%), os valores da taxa de acúmulo de MS foram de 130, 129, 123, 137, 118 e 90 kg MS ha⁻¹dia⁻¹, respectivamente, para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro de 2005, janeiro e fevereiro de 2006 (PEDREIRA et al., 2007).

Assim, como dito, essa diferença de valores de taxas de acúmulo de MS deve-se a muitos fatores, como: cultivar, metodologia adotada para obtenção da taxa de acúmulo de MS, sistema de pastejo, que no caso dos trabalhos citados foi o rotacionado, adubação (nitrogenada e potássica), solo (fertilidade do solo e disponibilidade hídrica) e condições climáticas diferentes (temperatura do ar, precipitação média, radiação solar e fotoperíodo).

Em uma pastagem como a do presente estudo, sob lotação contínua, é impossível obter máxima eficiência de colheita pelo herbívoro (produção secundária) e interceptação luminosa ótima (produção primária) pelo vegetal (PARSONS et al., 1988 citado por NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004). Conforme Silva e Nascimento Júnior (2007), as “práticas e estratégias de manejo do pastejo definidas, particularmente a altura do pasto, é alternativa básica para a melhoria e aumento da eficiência produtiva e da produção dos sistemas de produção animal em pastagens tropicais”.

Quando se compara o acúmulo total de matéria seca resultante durante os 213 dias do período experimental desse estudo sob condição de altura média de pastejo de 10 cm com os resultados da literatura, os valores são mais próximos. O valor encontrado neste trabalho foi de 10.754,4 kg MS ha⁻¹ que, em quantidade de carbono, representa aproximadamente cinco toneladas de C fixadas por ha ano⁻¹ na pastagem (considerou-se que a fração de C que compõem a biomassa vegetal seja igual a 47%, conforme Solomon, 2007). Anteriormente, Lupinacci (2002) e Andrade (2003) determinaram um acúmulo total de MS em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Piracicaba, SP) sob pastejo contínuo e taxa de lotação variável durante 185 e 390 dias de período experimental respectivamente de: 10.300 e 25.630; 13.340 e 28770; 12.620 e 26.930; e 13.880 e 24.120 kg MS ha⁻¹, respectivamente nas alturas de pasto de 10, 20, 30 e 40 cm.

A Figura 5 apresenta a quantidade de biomassa da forrageira por hectare, avaliada em oito diferentes datas pelo método do rendimento visual comparativo.

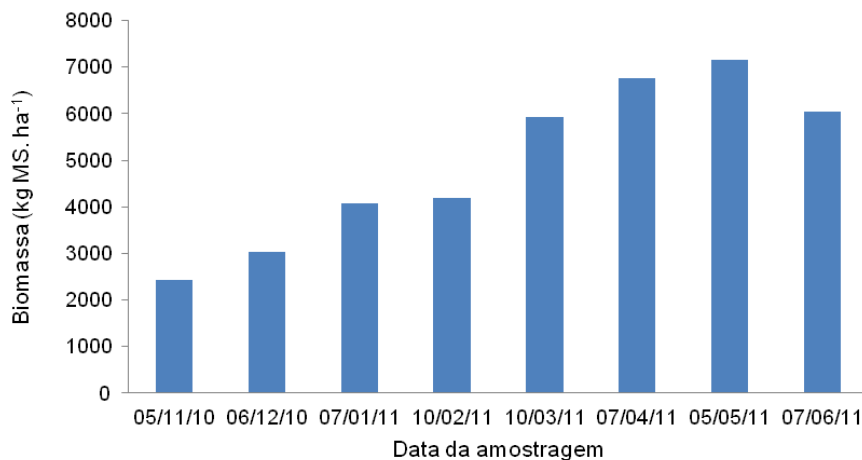


Figura 5. Quantidade estimada de biomassa por hectare da pastagem de capim braquiária.

A produção de biomassa (Figura 5) variou de acordo com as estações do ano amostradas, sendo que nos meses de outono, a produção foi maior do que no verão, pois o período de verão compreendeu o final do ciclo do inverno onde houve redução drástica da quantidade de biomassa da braquiária para depois entrar em fase de crescimento, quando iniciada a estação chuvosa. Observa-se na Figura 5 que o ciclo de crescimento da forrageira foi contemplado nos oito meses amostrados e o pico de máxima produção foi identificado no mês de maio.

Em um estudo para avaliação da produção de componentes da parte aérea em pastagens de *Brachiaria* spp. de diferentes idades, localizadas em Goiânia (GO), Santos et al. (2007) estimaram em uma pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu, com nove anos sob estágio moderado de degradação e submetida a pastejo contínuo com bovinos de corte, uma biomassa aérea média de 1.280 kg ha⁻¹ no período chuvoso de quatro meses.

A análise de dependência espacial foi realizada para identificar a variabilidade da biomassa (Kg MS ha⁻¹) obtida nos 50 pontos georreferenciados abrangendo toda a extensão da área experimental. Não houve dependência espacial quando foram analisados os dados mês a mês. Para tanto, foram agrupados dados médios da estação verão (21 de dezembro a 21 de março) e da estação outono (21 de março a 21 de junho). Com isso, a dependência espacial foi identificada pela análise geoestatística, o que significa, segundo Vieira (2000), que os vizinhos são mais parecidos do que os dados mais distantes e que existem manchas de variabilidade na área. Podemos observar, na Figura 6, os mapas com os valores interpolados da biomassa no verão e no outono, no qual houve dependência espacial. Nestes mapas são verificadas manchas de variabilidade espacial que praticamente são correlacionadas negativamente quando comparados no verão e outono.

Na parte direita da área houve um crescimento da biomassa após as chuvas muito maior do que no restante da área, isto pode ter ocorrido devido à proximidade dos depósitos de água e alimento para os animais.

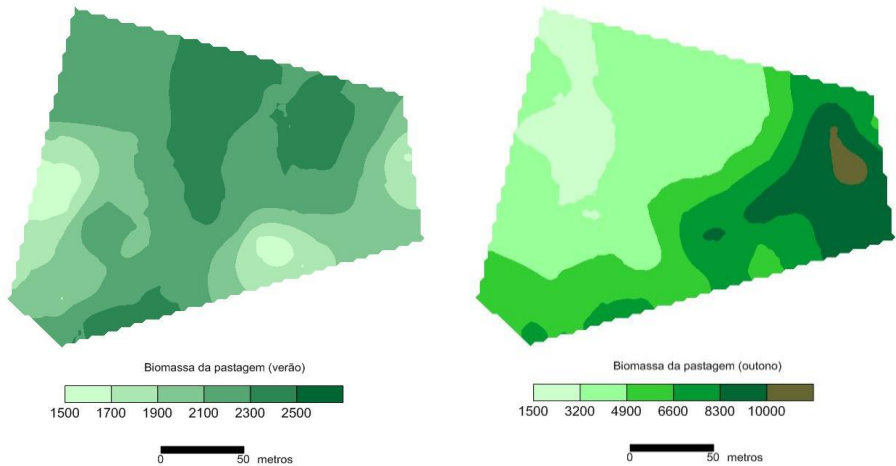


Figura 6. Mapas de dados de biomassa nos meses de verão e outono (2010-2011) espacializados pela krigagem ordinária decorrente da análise geoestatística

Na tabela 3 é apresentado o potencial de produção relativo da *U. brizantha* em função da temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), a porcentagem correspondente, o fator hídrico (FHi), representado pela relação ETR/ETP durante o período experimental, e a produtividade estimada ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), conforme Barioni et al. (2006). Esse potencial de produção e a estimativa da produtividade da forrageira em uso são propostas para serem utilizadas em planejamentos estratégicos do sistema de produção de propriedades rurais de pecuária, na qual as pastagens são a base de alimentação do rebanho (BARIONI et al., 2006). Essas estimativas representam ferramentas para a orçamentação forrageira através da disponibilidade forrageira em função de alguns elementos climáticos como temperatura do ar.

Tabela 3. Potencial de produção relativo (PPR) da *U. brizantha* em função da temperatura média (°C), porcentagem correspondente (%), temperatura mínima mensal (T °C), FH (Fator Hídrico representado pela relação ETR / ETP) e a produtividade estimada (P estimada em kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) durante o período experimental.

| Mês | T mín. mensal °C | T média mensal °C | PPR | % | FH | P estimada (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) |
|--------|------------------------|-------------------------|------|----|------|---|
| nov/10 | 17,4 | 23,8 | 0,52 | 56 | 0,93 | 26,8 |
| dez/10 | 19,7 | 25,2 | 0,66 | 66 | 0,97 | 35,1 |
| jan/11 | 20,2 | 25,5 | 0,68 | 68 | 0,95 | 35,5 |
| fev/11 | 19,9 | 25,9 | 0,71 | 71 | 0,99 | 38,5 |
| mar/11 | 19,4 | 23,8 | 0,56 | 56 | 1,00 | 30,6 |
| abr/11 | 16,9 | 23,0 | 0,50 | 50 | 0,80 | 22,0 |
| mai/11 | 11,3 | 18,6 | 0,19 | 19 | 0,86 | 8,8 |
| jun/11 | 7,7 | 15,9 | 0 | 0 | 0,93 | 0 |

Temperatura base = 16°C; Temperatura ótima = 30°C; M = 55 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹.

Fonte: Adaptado de Barioni et al. (2006).

A figura 7 ilustra a diferença entre as taxas de acúmulo de MS obtidas em nosso estudo e as estimadas através de equações baseadas em elementos climáticos (BARIONI et al. 2006, 2007) durante o período experimental. Para o mês de novembro de 2010, apesar da impossibilidade de medição da taxa de acúmulo de matéria seca devido ao tempo de espera de 28 dias para a primeira coleta, foi possível estimá-la. A menor taxa estimada foi de valor 0 para o mês de junho de 2011 (Tabela 3). Observa-se na figura 7 que na média as taxas de acúmulo de matéria seca estimadas foram 51,7% inferiores às obtidas no presente estudo.

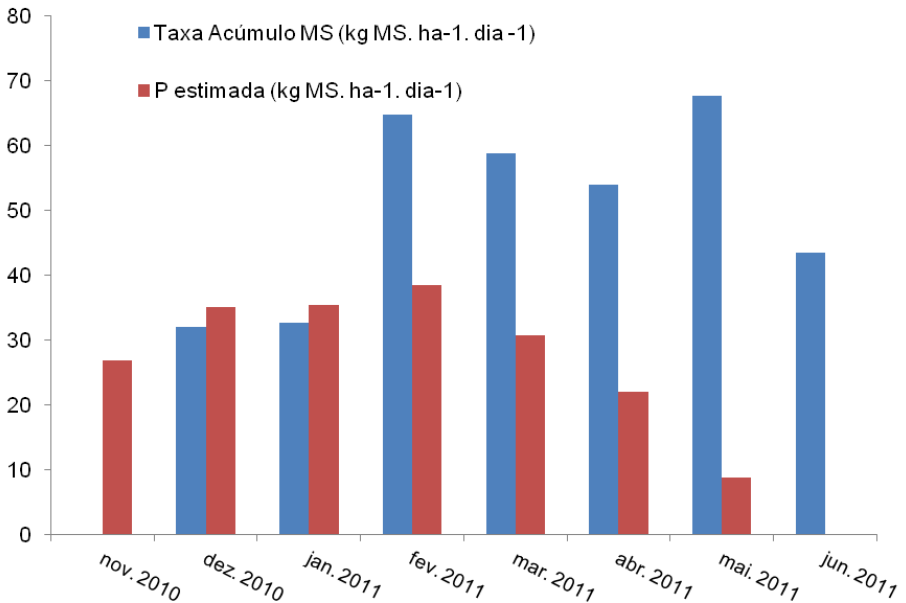


Figura 7. Comparação entre taxa de acúmulo de MS (taxa acúmulo MS) obtida no nosso estudo e a estimada (P estimada) por equações baseadas em elementos climáticos durante o período experimental.

Muitos modelos empíricos de regressão linear para a predição do acúmulo de matéria seca estão sendo desenvolvidos atualmente. Cruz et al. (2011) desenvolveram modelos empíricos de regressão linear, para a predição do acúmulo de matéria seca (TAMS) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função de variáveis agrometeorológicas em São Carlos (SP). Um dos melhores resultados na regressão linear univariada foi para a variável temperatura mínima corrigida (R^2 , 0,75; RQMR, 17,82), descrita a seguir e utilizada em nosso estudo.

$$TAMS = 5,78T_{mínccorr} - 17,24$$

Onde:

$T_{mínccorr}$ = a temperatura mínima corrigida de nossa área de estudo durante o período experimental.

Os resultados da equação de regressão para estimativa de acúmulo de matéria seca em nossa área de estudo variaram de 24,2 a 96,6 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. Esses valores estimados foram superiores aos obtidos em nosso trabalho de campo. As taxas de acúmulo de matéria seca estimadas foram 42,2% superiores às obtidas aqui. Como os modelos empíricos foram gerados com dados de São Carlos (SP), os autores (CRUZ et al., 2011) assim como outros, consideram que a aplicação das equações em outras localidades exige prévia validação e calibração.

Conclusões

Apesar de na literatura específica haver muitos trabalhos científicos com diferentes resultados encontrados para a taxa de acúmulo de matéria seca e produção de biomassa aérea, em função de diversos fatores (localização, solo, espécie, variedade e cultivar, condições de manejo das pastagens, histórico das pastagens, metodologia diferente etc.), verificamos que os resultados obtidos em campo estão coerentes com outros resultados de pesquisa. Assim, a metodologia adotada e os resultados obtidos no estudo atenderam ao propósito da pesquisa.

A taxa média de acúmulo da forragem no período foi de 50,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e o acúmulo total de matéria seca em 213 dias foi 10.754,4 kg MS ha⁻¹. A análise geoestatística da biomassa obtida em 50 pontos de amostragem revelou dependência espacial somente para a biomassa média dos meses agrupados de verão e outono.

Os valores estimados de taxa de acúmulo de MS obtidos através de modelos agrometeorológicos (equações de regressão) utilizando-se dados da área de estudo foram pouco expressivos. A validade das estimativas depende da escolha do modelo, das variáveis e da representatividade dos dados utilizados (abrangência geográfica), que no caso foi restrita.

Referências

- AMTHOR, J. S.; BALDOCCHI, D. D. Terrestrial higher plant respiration and net primary production. In: ROY, J.; SAUGIER, B.; MOONEY, H. A. (Ed.). **Terrestrial global productivity**. San Diego: Academic Press, 2001. p. 33-59.
- ANDRADE, F. M. A. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandú submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BARIONI, L. G.; FERREIRA, A. C.; RAMOS, A. K. B.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; SILVA, F. A. M.; LUCENA, D. A. C. Planejamento alimentar e ajustes de taxas de lotação em fazendas de pecuária de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE SIMBOI, 2., 2006. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UPIS, 2006. 31 p.
- BARIONI, L. G.; FERREIRA, A. C.; RAMOS, A. K. B.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; SILVA, F. A. M.; LUCENA, D. A. C. Planejamento alimentar e ajustes de taxa de lotação em fazendas de pecuária de corte. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Org.). **Bovinoicultura de corte: desafios e tecnologias**. Salvador: EDUFBA, 2007, p. 324-355.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, P. A. Produtividade na agricultura: o fator esquecido. **Revista Plantio Direto**, v. 10, p. 8-11, mar./abr. 2009.
- CIAGRO. **Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso: 19 out. 2011.
- CORRÊA, L. A.; POTT, E. B.; CORDEIRO, C. A. Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 159-185.
- DAVIES, D. A.; FUTHERGILL, M.; MORGAM, C. T. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands. 5. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 213-222, sep. 1993.

CRUZ, P. G. da; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; ARAUJO, L. C. de. Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 675-681, 2011.

FERREIRA, A. C.; BARIONI, L. G. **Monitoramento da massa de forragem e altura para ajustes de taxa de lotação em fazenda agropecuária na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: 2007. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 191).

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em: <www.googleearth.com.br>. Acesso: 19 out. 2011.

GRISI, B. M. **Glossário de ecologia e ciências ambientais**. 3. ed. João Pessoa: UFPb, 2007. 276 p. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/glossario_20de_20ecologia_20e_20ciencias_20ambientais.pdf>. Acesso: 19 out. 2011.

HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. El método de rendimento comparativo para estimar rendimento de matéria seca de pradarias. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 15, p. 663-670, 1975.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MACHADO, L. A. Z.; FABRÍCIO, A. C.; ASSIS, P. G. G. de; MARASCHIN, G. E. Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 42, n. 10, p. 1495–1501, 2007.

MANNETJE, L. 'T. Measuring biomass of grassland vegetation. In: MANNETJE, L. 'T.; JONES, R. M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CAB International, 2000. 464 p.

MORAES, A. D.; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990. 332 p.

NASCIMENTO JUNIOR, D. do; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R. A.; ANDRADE, C. M. S de. **Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade.** In: OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p.149-196.

NASCIMENTO JUNIOR, D. do; ADESE, B. **Acúmulo de biomassa na pastagem.** In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. (Org.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. v. 1, p. 289-346.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. da. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de capim-xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 281-287, 2007.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. In: CARVALHO, C. A. L de; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. de C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F. de. (Org.). **Tópicos em Ciências Agrárias.** Cruz das Almas, BA: Editora Nova Civilização, 2009. p. 37-53. v. 1.

SANTOS, R. S. M.; OLIVEIRA, I. P.; MORAIS, R. F.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Componentes da parte aérea e raízes das pastagens de *Brachiaria* de diferentes idades após a reforma como indicadores de produtividade. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 121-124, 2007.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JUNIOR, D.; PEREIRA, L. E. T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Intensificação de sistemas de produção animal em pasto.** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 37-59.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D do. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. **Ecofisiologia de plantas forrageiras**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p. 1-42.

SOLOMON, S.; QIN, D. ; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.; TIGNOR, M. M. B.; MILLER, H. L. (Ed.). IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Cambridge; United Kingdom; New York: Cambridge University Press, 2007. 996 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm> . Acesso: 23 nov. 2011.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 1-54. v.1.

WEYNE, G. R. de SÁ. A produtividade reexaminada. **Organizações em contexto**, v. 2, n. 3, jun. 2006. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/OC/article/view/1325/1343>> . Acesso em: 19 out. 2011.



Monitoramento por Satélite

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

