

FATORES AMBIENTAIS E DE MANEJO NA QUALIDADE DE PASTOS TROPICAIS

Nailson Lima Santos¹, Mariana Vieira Azenha¹, Fernando Henrique Meneguello de Souza², Ricardo Andrade Reis³, Ana Cláudia Ruggieri⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Doutorado, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, Brasil (agronailson@yahoo.com.br).

²Zootenista, Bolsista FAPESP Treinamento Técnico, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

³Professor Titular do Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. Pesquisador do CNPq, Membro INCT-CA.

⁴Professor do Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. Pesquisador do CNPq, Membro INCT-CA.

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

RESUMO

A pecuária brasileira tem como base a utilização de pastagens. Praticamente toda a carne produzida no país é oriunda de animais que passaram a maior parte da vida sob pastejo. Um grande número de plantas forrageiras são encontradas e são representados por gramíneas e leguminosas, e estas, possuem qualidades nutricionais bastantes distintas. Tais variações qualitativas ocorrem não somente entre espécies ou cultivares, mas, também, em diferentes partes da planta, estágio de desenvolvimento e condições edafoclimáticas os quais são submetidas. Dentre os fatores climáticos, a temperatura geralmente tem uma maior influência na qualidade da forragem que outros fatores ambientais deparados pela planta. Outros fatores climáticos são a luminosidade e pluviosidade. A luz garante o processo fotossintético e, conseqüentemente, a síntese de açúcares e ácidos orgânicos, deste modo, independente da temperatura, a luminosidade promove elevação nos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos, com redução paralela nos teores de parede celular, aumentando assim a digestibilidade. Os efeitos da umidade sobre as plantas forrageiras podem ser bastante variáveis. A ecofisiologia e o manejo do pasto também influenciam na qualidade da forragem. Falhas de manejo do pasto podem ser decisivas no sucesso ou insucesso da pecuária de corte. Objetivou-se com essa revisão estudar alguns fatores ambientais e de manejo que afetam a qualidade dos pastos tropicais.

PALAVRAS-CHAVE: condições edafoclimáticas, ecofisiologia, temperatura.

ENVIRONMENTAL AND MANAGEMENT FACTORS OF QUALITY OF TROPICAL PASTURES

ABSTRACT

The Brazilian cattle industry is based on pastures. Virtually all meat produced in Brazil comes from animals which spent most of life under grazing. A range of forage plants are found and represented by grasses and legumes, and these have quite different nutritional qualities. Such qualitative changes occur not only among species or cultivars, but also in different plant parts, stage of development and climate conditions which are submitted. Among the climatic factors, temperature usually has a greater influence on forage quality than other environmental factors faced by the plant. No single factor affects the quality of forage maturity of plants. Other climatic

factors are light and rainfall. The light provides the photosynthetic process and therefore the synthesis of sugars and organic acids, thus independent of temperature, light can increase the soluble sugars, amino acids and organic acids, with a parallel reduction in the levels of cell wall and increasing thus the digestibility. The effects of moisture on forage crops can be quite variable. The ecophysiology and pasture management also influence forage quality. Failures of the sward can be decisive in the success or failure of livestock. The objective of this review study some environmental and management factors that affect the quality of tropical pastures.

KEYWORDS: edaphoclimatic conditions, ecophysiology, temperature.

1. INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção, as pastagens constituem a base para alimentação de ruminantes. Um grande número de plantas forrageiras são encontradas e são representadas por gramíneas e leguminosas, e estas possuem qualidades nutricionais bastantes distintas. Tais variações qualitativas ocorrem não somente entre espécies ou cultivares, mas, também, em diferentes partes da planta, estágio de desenvolvimento e condições edafoclimáticas os quais são submetidas.

A eficiência da utilização das plantas forrageiras pelos animais está na dependência de vários fatores, entre os quais, a qualidade e a quantidade de forragem disponível na pastagem e o potencial do animal, são citados como mais significativos. Quando a disponibilidade de forragem e o potencial animal não são limitantes, a qualidade da pastagem é definida pela produção por animal, estando diretamente relacionada com o consumo voluntário e com a disponibilidade dos nutrientes contidos na mesma (REIS & RODRIGUES, 1993).

Os fatores ambientais, como temperatura, luminosidade, umidade e fertilidade do solo, bem como às características genéticas da planta forrageira, o manejo da pastagem e à idade fisiológica da planta, estão intrinsecamente associados à capacidade de reconstituição de nova área foliar, após condições e corte ou de pastejo, e esta capacidade é determinante para a produção e perenidade do pasto (SANTOS JR. et al., 2004).

2. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE PASTOS TROPICAIS

Segundo VAN SOEST (1994), o solo, o clima, o animal e as doenças influenciam no crescimento e na composição das plantas forrageiras. As plantas utilizam a energia solar para fixação do carbono dentro das estruturas, e a distribuição do carbono, bem como da energia fixada nas partes da planta são amplamente afetadas por fatores externos do ambiente. Deste modo, o valor nutritivo e a qualidade da forragem são conseqüências das condições das plantas forrageiras, entretanto, admite-se que o cálcio nos tecidos das plantas, presta-se à formação de sais insolúveis como o ácido oxálico, o que reduz drasticamente a disponibilidade aos animais.

Na Figura 1 REIS et al. (2005) ilustram os fatores que constituem um ecossistema pastoril. Na parte superior, na porção A, encontram-se os fatores climáticos, não controláveis, influenciando aqueles inerentes à planta/solo e ao animal. Em B, observa-se uma divisão do ecossistema, constituída pelos fatores planta e solo, que determinam juntamente com os fatores climáticos e de manejo do solo e da planta a quantidade, qualidade e a estrutura da forragem disponibilizada. A porção C representa os fatores ligados ao animal que, da mesma forma que discutido em B, são influenciados pelos fatores climáticos, planta/solo e de manejo e, determinarão a produção animal (kg PV dia⁻¹). O consumo (porção D) aparece

como um elo entre os fatores planta/solo e animal, representado assim, pelo simples fato da característica do material ingerido (quantidade e qualidade) ser regida por estes dois fatores. A integração dos fatores planta/solo (B), animal (C), consumo (D) influenciados pelos fatores climáticos (A), não controláveis, e de manejo (E), controláveis, determinarão as características produtivas do sistema.

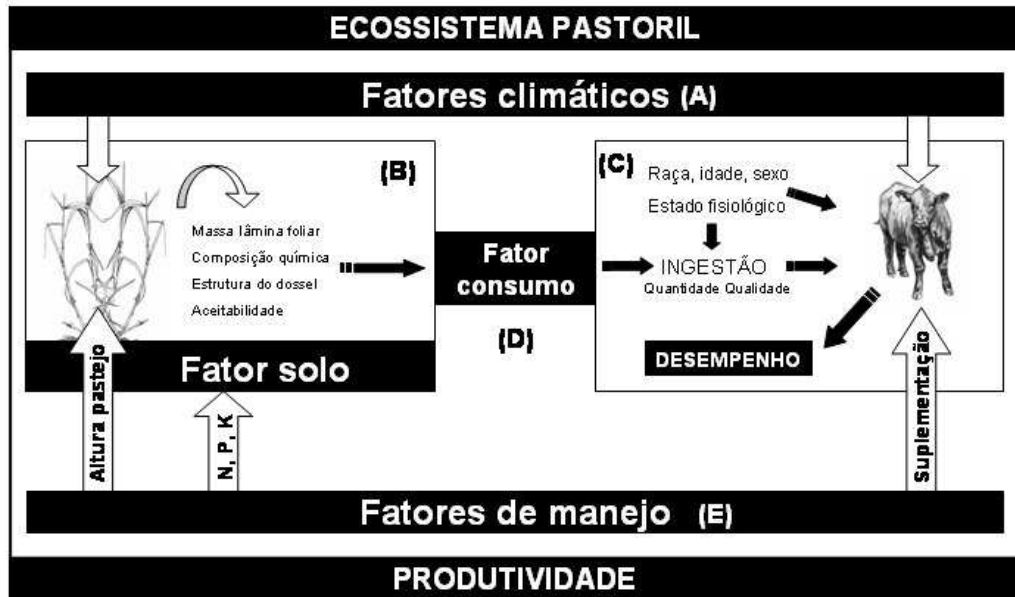


FIGURA 1. Esquema dos fatores que interferem no desempenho de animais mantidos em um ecossistema pastoril (Fonte: REIS et al., 2005).

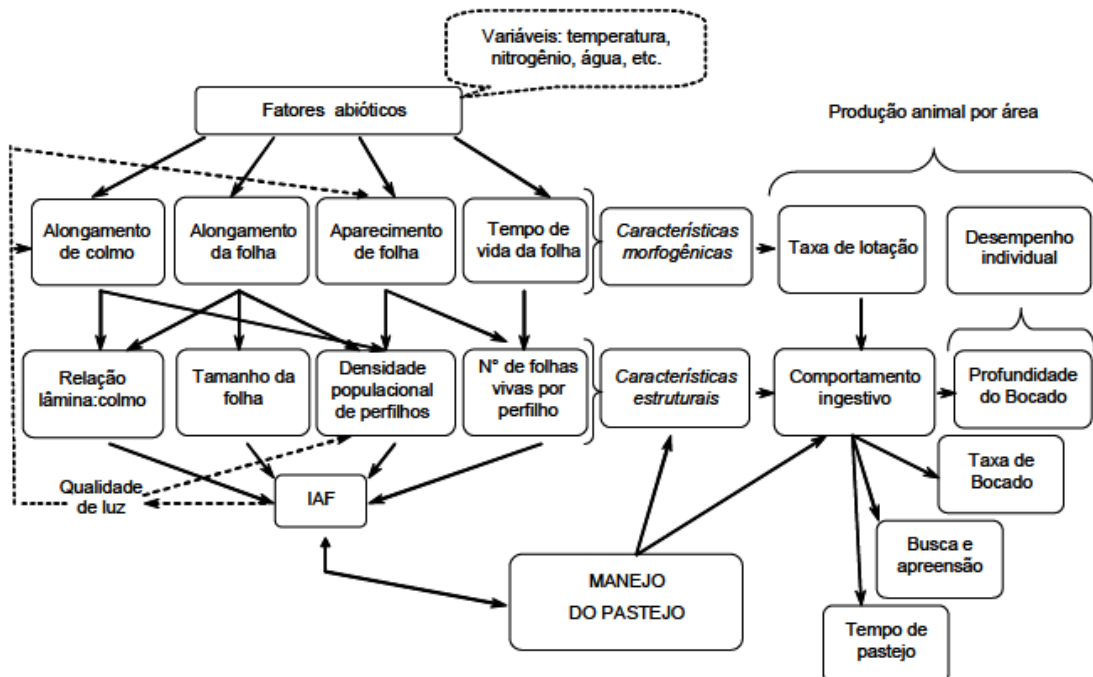


FIGURA 2. Modelo conceitual das relações planta-animal no ecossistema pastagem (adaptado a partir de CHAPMAN & LEMAIRE, 1993; CRUZ & BOVAL, 2000; SBRISSIA & DA SILVA, 2001).

Para a obtenção de forragens de qualidade superior é fundamental que sejam conhecidos os efeitos dos diferentes fatores de meio, a fim de que se possa adequar medidas de manejo com vista a atingir estes objetivos. Assim, aspectos como a individualidade das espécies, o estágio de desenvolvimento da planta, e a idade de corte, além da influência de fatores ambientais como clima e solo, são decisivos para a qualidade da forragem (HEATH et al., 1985).

Na Figura 2 observa-se o efeito direto dos fatores ambientais na estrutura do pasto e o reflexo desta estrutura no desempenho animal em resposta ao manejo adotado. Esse modelo é baseado na hipótese de que os recursos tróficos disponibilizados pelo meio (CO₂, N, água, radiação solar e temperatura) ou por práticas de manejo (adubação e/ou fertilização) alteram as características morfogênicas do pasto que, por sua vez, alteram as características estruturais, condicionando assim a taxa de lotação e o comportamento ingestivo dos animais (DA SILVA & NASCIMENTO JR., 2007).

2.1. FATORES AMBIENTAIS

2.1.1. TEMPERATURA

De acordo com BUXTON & FALES (1994), a temperatura geralmente tem maior influência na qualidade da forragem que outros fatores ambientais deparados pela planta. Nenhum fator isolado afeta mais a qualidade das forrageiras que a maturidade das plantas. Com o crescimento, ocorrem alterações no nível de tecidos, que resultam na elevação de compostos estruturais tais como a celulose, a hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição dos níveis de conteúdo celular, como carboidratos solúveis, proteína, minerais e vitaminas.

As gramíneas apresentam diferentes amplitudes térmicas que favorecem o seu desenvolvimento. Na Figura 3 observa-se que as gramíneas temperadas apresentam maior tolerância a variação térmica, no entanto, as gramíneas tropicais compensam a menor amplitude térmica aumentando a taxa de crescimento relativo, ou seja, aumentando a produção de massa. Segundo VAN SOEST (1994) os efeitos da temperatura são mais acentuados em gramíneas do que em leguminosas em razão da alta taxa de crescimento típica das espécies C4.

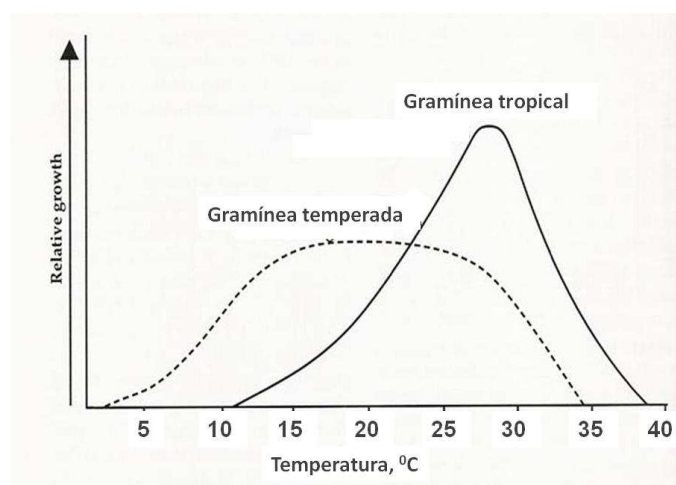


FIGURA 3. Taxa de crescimento relativo de gramínea tropical e temperada em diferentes temperaturas (adaptado de BALL et al., 1991).

Admite-se que as maiores taxas de alongamento de colmo ocorrem quando as temperaturas máximas e mínimas atingem 33/28°C nas condições de primavera e verão; e 27/22°C nas condições de outono, respectivamente (FERRARIS et al., 1986). Em temperaturas abaixo de 22°C grande parte das gramíneas tropicais reduzem significativamente o crescimento, mesmo quando a radiação não é fator limitante.

De acordo com WILSON (1982), a temperatura constitui o principal fator de ambiente que influencia na qualidade da forrageira. Sob altas temperaturas, as forrageiras apresentam maior proporção de parede celular e menor digestibilidade, tanto da folha quanto do colmo, devido ao maior alongamento do colmo. FAGUNDES et al. (2006) avaliaram o efeito da adubação e das estações do ano sobre as características morfogênicas da *Brachiaria decumbens* sob pastejo e verificaram que a taxa de alongamento foliar, alongamento de colmo e senescência foliar são influenciadas pelas estações do ano. Os autores verificaram ainda que temperaturas mais baixas resultam em menores alongamentos foliar e de colmo (Tabela 1).

TABELA 1. Taxas de alongamento foliar (TAF), alongamento de colmo (TAC) e senescência foliar (TSF) de *Brachiaria decumbens* em pastagens adubada e mantida a 20 cm de altura durante quatro estações do ano.

Característica <i>Characteristic</i>	Verão <i>Summer</i>	Outono <i>Fall</i>	Inverno <i>Winter</i>	Primavera <i>Spring</i>
	mm/perfilho.dia <i>mm/tiller.day</i>			
TAF (<i>LER</i>)	2,56 a	1,07 b	0,76 c	1,11 b
TAC (<i>SER</i>)	1,07 a	0,19 c	0,14 c	0,36 b
TSF (<i>LSR</i>)	0,24 c	0,32 c	0,41 b	0,54 a

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey (FAGUNDES et al., 2006).

Um aspecto importante da temperatura diz respeito à sua oscilação, tanto ao longo do dia, como ao longo do ano. Cada vez que a temperatura varia, a planta precisa se ajustar à nova temperatura. Segundo WHITHEMAN (1980), as espécies forrageiras de clima tropical produzem pouco, quando expostas a temperaturas menores que 16°C (Figura 3).

ALENCAR et al. (2010), ao avaliarem composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* em diferentes gramíneas tropicais observaram aumento da produção de massa seca no período da primavera/verão onde as temperaturas eram mais elevadas, no entanto, este incremento quantitativo resultou em perdas qualitativas das gramíneas estudadas, uma vez que houve redução no teor de proteína bruta e digestibilidade e aumento no teor de FDN das plantas (Tabela 2).

Segundo VAN SOEST (1994), elevadas temperaturas, que são características marcantes das condições tropicais, promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células, o que resulta em decréscimo do pool de metabólitos no conteúdo celular, além de promover a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular. Nessas condições, são verificadas reduções nas concentrações de lipídios, proteínas e carboidratos solúveis, e aumento nos teores de carboidratos estruturais de maneira generalizada nas espécies forrageiras, tendo como consequência, a redução sensível dos níveis de digestibilidade.

TABELA 2. Valores médios de produtividade de massa seca, proteína bruta, FDN e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em diferentes estações.

Estação	Xaraés	Mombaça	Tanzânia	Pioneiro	Marandu	Estrela
<i>Produtividade de matéria seca (kg ha⁻¹ estação⁻¹)</i>						
Outono/inverno	5.972±779	4.867±860	4.678±722	5.107±513	4.670±445	5.363±885
Primavera/verão	7.968±409	6.476±517	6.222±474	6.641±624	6.247±603	6.961±821
<i>Proteína bruta (%)</i>						
Outono/inverno	11,19 Ba	13,41 ABa	13,71 ABa	15,71 Aa	11,05 Ba	15,33 A a
Primavera/verão	8,36 AB b	8,60 AB b	7,94 B b	11,98 A b	10,25 ABa	11,25 AB b
<i>Fibra em detergente neutro (%)</i>						
Outono/inverno	67,56 ABa	70,15 Aa	68,98 AB b	62,32 B b	66,88 ABa	72,85 Aa
Primavera/verão	69,39 A a	71,01 Aa	72,77 A a	69,42 A a	68,12 A a	74,96 Aa
<i>Digestibilidade in vitro da matéria seca (%)</i>						
Outono/inverno	60,81 Aa	60,49 A a	61,43 A a	52,03 ABa	52,36 ABa	44,55 Ba
Primavera/verão	48,79 A b	43,31 AB b	47,68 AB b	50,07 A a	50,23 A a	38,48 B b

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem as estações do ano; médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem as variedades de capim pelo teste de Tukey ($p>0,05$) (ALENCAR et al., 2010).

2.1.2. RADIAÇÃO SOLAR

A luz solar é a fonte primária de toda a energia que mantém a ecossfera do nosso planeta. Através da fotossíntese, as plantas superiores, em geral, e até mesmo algas e alguns tipos de bactérias, convertem a energia física da luz solar em energia química. Este processo é essencial para a manutenção de todas as formas de vida do planeta. Desse modo, a fotossíntese pode ser descrita como um processo físico-químico, mediante o qual os organismos fotossintéticos sintetizam compostos orgânicos a partir de matéria-prima inorgânica, na presença de luz solar (LARCHER, 1975).

A captação da radiação incidente pelas culturas depende do IAF (índice de área foliar), posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de distribuição, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade (VARLET-GRANCHER et al., 1989) e ainda da espécie cultivada e de práticas de manejo na cultura.

LIMA SANTOS (2009) avaliou o capim-tanzânia em diferentes IAF residual e observou diferenças na altura de entrada em condições similares de 95% IL, no pré-pastejo. Tal fato denota a plasticidade da planta em modificar a estrutura do dossel a fim de manter a captação eficiente da radiação incidente em resposta ao manejo a qual foi submetida.

A luminosidade garante o processo fotossintético e, conseqüentemente a síntese de açúcares e ácidos orgânicos, deste modo, independente da temperatura, a luminosidade promove elevação nos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos, com redução paralela nos teores de parede celular, aumentando assim a digestibilidade (HEATH et al., 1985).

Segundo CASTRO et al. (2009) os efeitos do sombreamento nos teores de FDN (Fibra em detergente neutro) e na digestibilidade das plantas em um pasto apresentam forte interação com a estação do ano, mas a digestibilidade das plantas pode variar com diferentes fatores que influenciam na composição química da forragem. No verão, onde os dias são mais longos, os autores observaram que a *Brachiaria decumbens* apresentou melhor digestibilidade e menor teor de FDN em condições de sol pleno. Por outro lado, a condição de sol pleno teve influência negativa no padrão de resposta da digestibilidade no inverno e na primavera, junto à elevação dos teores de FDN (Tabela 3). Estes resultados corroboram com o trabalho

de CARVALHO et al. (1999) os quais analisaram o efeito de três espécies leguminosas no valor nutritivo da *Brachiaria decumbens*.

DURR & RANGEL (2000) observaram que o sistema silvipastoril com a utilização de leguminosas arbóreas há melhoria na fertilidade do solo que, por sua vez, melhora o valor nutritivo da pastagem em questão. Neste sentido, o incremento no valor nutritivo em pastos consorciados com leguminosas arbóreas sob sistema silvipastoril é atribuído a fixação de nitrogênio atmosférico pelas leguminosas o qual, compensa a baixa radiação incidente sobre o pasto devido à copa das árvores com o aumento da fertilidade do solo.

TABELA 3. Teores de proteína bruta, FDN e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca de *Brachiaria decumbens*, conforme a porcentagem de sombreamento e a estação do ano.

Estação do ano	Sombreamento (%)		
	0	29	45
	Proteína bruta (% na MS)		
Inverno	7,7Ab	8,8Ab	8,3Ab
Primavera	11,2Ca	13,4Ba	16,5Aa
Verão	7,5Ab	6,8Ab	7,5Ab
	Proteína bruta (kg.ha⁻¹)		
Inverno	27,5Ab	30,3Ac	15,3Bb
Primavera	132,9Ca	219,8Ba	318,9Aa
Verão	150,2Ba	167,5Bb	325,8Aa
	Fibra em detergente neutro (% na MS)		
Inverno	72,0Ab	72,2Aa	72,8Aab
Primavera	74,0Aa	72,4ABa	72,1Bb
Verão	71,2Bb	73,6Aa	74,8Aa
	Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (%)		
Inverno	34,6Bb	40,8Aa	36,9ABb
Primavera	42,5Ca	45,7Ba	50,9Aa
Verão	45,2Aa	41,0ABa	39,2Bb

MS: matéria seca. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (CASTRO et al., 2009).

2.1.3. ÁGUA

Os efeitos da umidade sobre as plantas forrageiras são bastante variáveis. As restrições hídricas severas promovem paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta e limita a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade da forragem. Por outro lado, deficiências hídricas suaves, reduzem a velocidade de crescimento das plantas, retardando a formação de caules e resulta em plantas com maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis. Este efeito é particularmente verificado em gramíneas, uma vez que as leguminosas tendem a perder os folíolos com relativa facilidade mesmo sob déficit hídrico moderado o que reduz consideravelmente o seu valor nutritivo (REIS & RODRIGUES, 1993).

MAGALHÃES (2010) avaliou o efeito de diferentes lâminas de irrigação nas características estruturais e composição bromatológica *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e observou redução no crescimento e melhoria no valor nutritivo das gramíneas quando submetidas a uma menor lâmina de irrigação. A produção total de massa seca não foi influenciada pela imposição dos tratamentos e favoreceu o consumo animal em pastejo (Tabela 4).

A evapotranspiração potencial da pastagem geralmente excede a precipitação pluvial, o que resulta numa evapotranspiração real e é aproximadamente igual à precipitação. Assim, a água é o fator isolado que mais limita a produção vegetal (TIESZEN & DETLING, 1983), principalmente o alongamento das hastes por afetar a taxa de expansão das células próximas dos meristemas.

TABELA 4. Valores médios de características estruturais e composição bromatológica do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes lâminas de irrigação.

<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina							
Irrigação	altura (cm)	F/C	MSTotal (t/ha)	Folha		Colmo	
				% PB	% FDN	% PB	% FDN
50% de ECA	44,03 b	2,52 a	15,04	9,45	69,27	4,57	70,72 b
80% de ECA	55,01 a	1,95 b	15,98	8,92	68,24	4,17	79,41 a

<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu							
Irrigação	altura (cm)	F/C	MSTotal (t/ha)	Folha		Colmo	
				% PB	% FDN	% PB	% FDN
50% de ECA	28,11 b	2,91	13,32	9,75	62,39 b	5,03	72,13 b
80% de ECA	35,00 a	2,74	13,53	9,45	94,41 a	4,57	75,39 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ECA = Evaporação do Tanque Classe A (Adaptado de MAGALHÃES, 2010).

FULKERSON & SLACK (1995) afirmaram que o número de folhas vivas/perfilho é definido pela espécie, mas pode-se inferir que as plantas recebendo nitrogênio e irrigação atingem o número máximo de folhas vivas/perfilho mais precocemente, promovendo, com isso, a possibilidade de desfolhações mais freqüentes, a fim de evitar perdas por senescência foliar e também em valor nutritivo.

ALVES et al. (2008) relataram que a menor disponibilidade de água no solo reduziu significativamente o número de folhas vivas de *B. decumbens*, fato também descrito por FAGUNDES et al. (2006), que observaram redução de 10% no número de folhas vivas desta gramínea no período de menor precipitação pluviométrica. Todavia, autores como CUNHA et al. (2007) e MOCHEL FILHO (2009) não encontraram efeitos dos níveis de irrigação sobre o número de folhas vivas dos capins Tanzânia e Mombaça, respectivamente.

2.1.4. SOLO

Os efeitos do solo sobre as forragens podem ser avaliados sob dois aspectos: o da acumulação de minerais nas plantas, e da influência dos minerais no rendimento composição e digestibilidade da matéria orgânica das forragens. Plantas crescendo sobre diferentes solos demonstram diferentes balanços minerais que alteram a composição e crescimento (VAN SOEST, 1994).

SILVEIRA et al. (2006) avaliaram os parâmetros nutricionais em diferentes tipos de solo e observaram que o solo Basalto superficial ou solo de "terra roxa",

extremamente fértil, resultou em pastos naturais com maior teor de proteína e menor conteúdo fibroso nas estruturas e gerou maior taxa de degradação *in vitro* por hora que os demais tratamentos (Tabela 5). Tal fato evidencia que diferentes tipos de solo geram distintas respostas nos parâmetros nutricionais das plantas, sendo necessário um manejo específico em detrimento da condição a qual a planta é submetida.

TABELA 5. Teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e taxa de degradação *in vitro* de forragem da pastagem natural nos diferentes tipos de solo.

Fator	Parâmetro		
	Proteína bruta (% da MS)	Fibra em detergente neutro (% da MS)	Taxa de degradação (% h ⁻¹)
Tipo de solo			
Basalto Superficial	14,87 a (2,67)	74,53 b (6,87)	4,53 a (0,01)
Basalto Profundo	10,97 b (2,69)	77,98 b (5,27)	3,27 b (0,01)
Arenito	10,98 b (1,45)	84,54 a (4,34)	3,61 ab (0,02)

Números entre parênteses após a média correspondem aos respectivos desvios-padrão. As letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Adaptado de SILVEIRA et al. 2006).

O nível de fertilidade do solo e a prática da adubação refletem na composição química da planta especialmente nos teores de proteína bruta, fósforo e potássio e consequentemente na digestibilidade e consumo da forragem. Estes efeitos são mais marcantes no rendimento de matéria seca da pastagem e menos no valor nutritivo e composição da forragem (REIS & RODRIGUES, 1993).

A adubação constitui importante ferramenta para aumentar a produção e a qualidade de pastos. O nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) são os macronutrientes primários e possuem importância vital para as plantas.

O nitrogênio é componente de proteínas, clorofila e enzimas. É um nutriente responsável pelo crescimento vegetativo. Quando há falta de nitrogênio, a planta se torna verde amarelada, com queda prematura das folhas, não desenvolve e nem produz satisfatoriamente.

COSTA et al. (2009) observaram efeito linear positivo na composição química do capim-marandu o qual houve maior disponibilidade de outros nutrientes com o aumento da dose de adubo nitrogenado, porém a concentração de fósforo (P) respondeu de forma inversa a adubação nitrogenada. Entretanto, os valores atingidos com a maior dose de adubo são considerados normais para a parte aérea de plantas forrageiras. Com isso, os autores concluíram que o aumento da dose de adubação nitrogenada reduz a absorção de fósforo (Figura 4).

O fósforo é importante para o enraizamento das plantas, formação e fecundação das flores e formação das sementes. Quando há deficiência de fósforo ocorre um atraso no desenvolvimento das plantas, há queda prematura das folhas, diminuição do número e tamanho dos botões florais e atraso no florescimento. O potássio tem funções importantes nas plantas que estão associadas principalmente com translocação de açúcares. Em caso de deficiência as plantas apresentam queda prematura das folhas mais velhas e uma cor verde intensa nas folhas mais novas.

SARAN NETO et al. (2007) verificaram o efeito da época de adubação na produção e qualidade nutricional do capim-colômbio e concluíram que a adubação

imediate após o corte das planta apresenta melhor resultado tanto em aspecto quantitativo, quanto qualitativo (Figura 5).

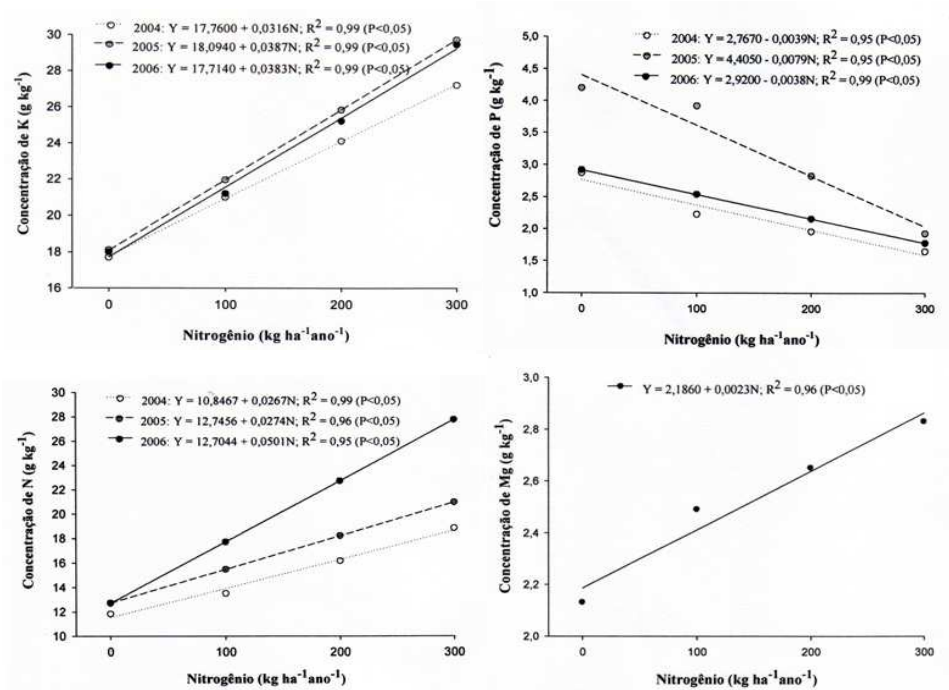


FIGURA 4. Concentração de potássio (K), fósforo (P), nitrogênio (N) e magnésio (Mg) na parte aérea do Capim-marandu, em função das doses de nitrogênio e anos de avaliação (COSTA et al., 2009).

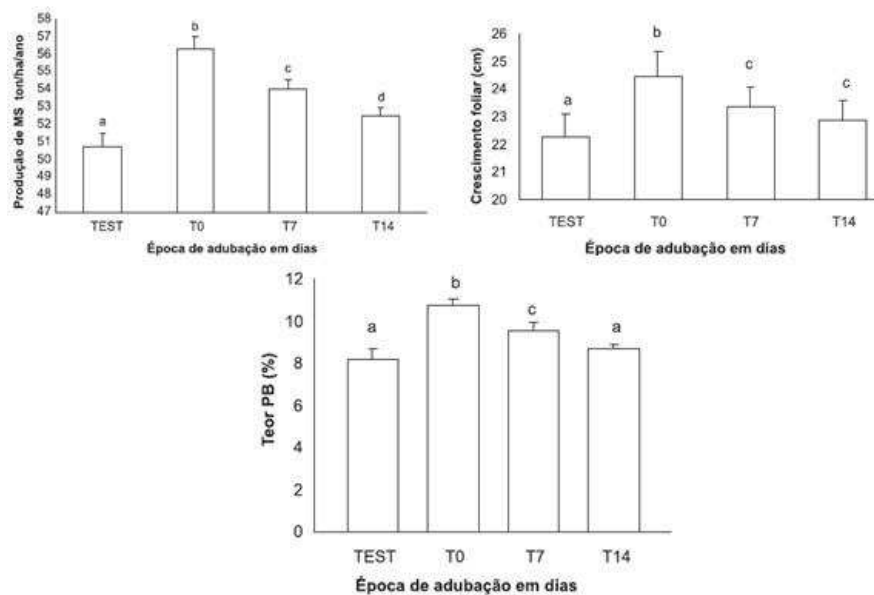


FIGURA 5. Produção de matéria seca, crescimento foliar e teor de proteína bruta do capim-Colônião em função da época de adubação após o corte (Adaptado de SARAN NETO et al., 2007).

A análise da curva de crescimento proposta por BROUGHAM (1956), que se divide em fase logarítmica (crescimento lento), fase linear (crescimento constante e máximo) e fase assintótica (crescimento lento e estável), permite a inferência de que a fase inicial ocorre maior mobilização de reserva até plena restituição da arquitetura foliar da planta (Figura 6). Assim, a planta continua o crescimento via aparato fotossintético e atinge o ponto de máxima produção. A duração desta fase crítica é minimizada quando a adubação ocorre neste período e o efeito positivo reduz o intervalo de descanso e resulta em plantas nutricionalmente superiores, quando os fatores ambientais não são limitantes.

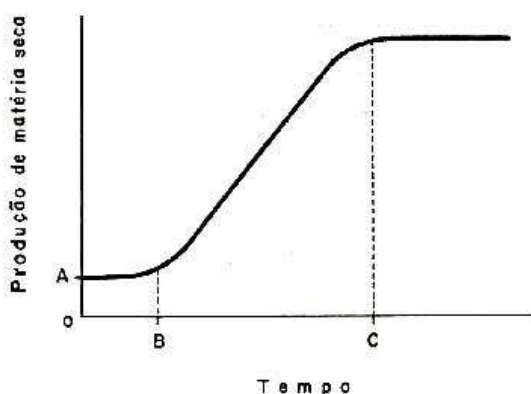


FIGURA 6. Curva padrão de rebrotação em plantas forrageiras (BROUGHAM, 1956).

2.2. FATORES DE MANEJO

2.2.1. ESPÉCIE FORRAGEIRA

A compreensão dos processos de crescimento das plantas forrageiras é o primeiro passo para a definição de estratégias racionais do manejo de pastagens. Nos últimos anos, os estudos em forragicultura no Brasil têm buscado caracterizar estes processos na ampla gama de espécies que compõem a base da exploração pecuária nacional e sob diversas situações de manejo (MARANHÃO, 2008).

ALENCAR et al. (2010) observaram semelhanças na produção de matéria seca e diferenças no valor nutritivo de gramíneas do gênero *Brachiaria*, *Panicum* e *Cynodon* evidenciando que apesar da equivalência produtiva as plantas geram estruturas distintas em detrimento do manejo adotado distinguindo-se qualitativamente (Tabela 2).

SOARES et al. (2009) avaliaram onze espécies forrageiras em sistema silvipastoril com diferentes densidades de *Pinus taeda*, diferentes pontos de amostragem da forragem (debaixo da copa e na entrelinha) e observaram grande variação na produção de massa seca entre as forrageiras (Tabela 6). Os autores concluíram que plantas sombreadas apresentam melhor qualidade, embora a produção de matéria seca seja reduzida.

As leguminosas tropicais são mais ricas em PB, cálcio e fósforo que as gramíneas e isso explica em parte, o valor nutritivo mais elevado. As leguminosas tanto de clima tropical como em temperado apresentam teores protéicos similares, ao passo que as gramíneas de clima tropical, demonstram valores protéicos inferiores às de clima temperado (REIS & RODRIGUES, 1993).

TABELA 6. Produção de massa seca (kg/ha) de espécies forrageiras submetidas a diferentes densidades de *Pinus taeda* em sistema silvipastoril ou cultivo solteiro.

Espécie	Céu aberto15 × 3.....	9 × 3.....	
		Copa	Meio	Copa	Meio
<i>P. maximum</i> cv. Aruana	27.818aA	9.784cC	20.447bB	2.285eFD	2.708cdD
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	26.186abA	19.866aB	25.375aA	7.166bC	11.802aC
<i>Axonopus catharinensis</i>	24.835bcA	19.153aB	18.850bB	10.151aC	12.401aC
<i>C. dactylon</i> hib. Tifton-85	24.014bcA	7.410dBC	9.553eB	5.260bcC	5.080bC
<i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	23.229cdA	13.459bB	8.697eC	4.703cdC	6.254bC
<i>H. altissima</i> cv. Florida	21.118dA	9.741cdBC	12.874dB	6.454bcC	6.943bC
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	21.072dA	12.256bB	15.535cAB	941efC	1.095deC
<i>P. notatum</i> cv. Pensacola	17.352eA	8.608cdC	12.626dB	0fD	0fD
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	13.740fA	13.852bA	10.012eAB	2.568deC	4.683bcBC
<i>A. pintoi</i> cv. Alqueire	6.092gA	2.867eB	2.717fB	715efC	1.171deC
<i>A. pintoi</i> cv. Amarillo	6.014gA	2.396eB	2.009fB	1.124efB	1.080deB
Média	19.482A	10.340B	12.772B	4.043C	4.862C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula diferem na linha. Médias seguidas de mesma letra minúscula diferem na coluna. Teste de Tukey a 5% de probabilidade (SOARES et al., 2009).

2.2.2. Ecofisiologia e manejo do pasto

O estágio de desenvolvimento de forrageiras apresenta ampla relação com a composição química e digestibilidade das plantas. Com o crescimento, há aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, e redução no conteúdo celular das plantas, o que invariavelmente proporciona redução na digestibilidade (Figura 7). As estruturas das plantas são alteradas com elevação da relação caule:folha, onde as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de talos que de folhas, tendo portanto, o conteúdo em nutrientes potencialmente digestíveis reduzido (REIS & RODRIGUES, 1993).

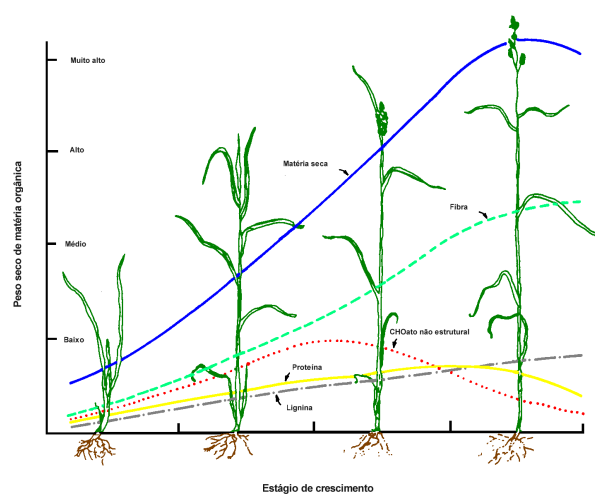


FIGURA 7. Peso seco de matéria orgânica e composição química em diferentes estágios de crescimento (BLASER, 1988).

O processo de maturação que é acompanhado pela redução do valor nutritivo, pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura, e umidade, podendo ser por outro lado, retardado pelo corte ou pastejo. Contudo, as características genóticas de cada espécie devem ser consideradas e, em geral, o declínio do valor nutritivo com o avançar do desenvolvimento é mais drástico em gramíneas que em leguminosas, mesmo crescendo sobre condições semelhantes (VAN SOEST, 1994).

A época da colheita da forragem quer seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da planta e conseqüentemente ao valor nutritivo. Colheita de plantas mais velhas implica na colheita de alimento com baixa proporção de carboidratos solúveis e de baixa digestibilidade, devido ao aumento da relação caule:folha, que parece ser o principal fator de perda de qualidade da planta com a maturação (CORSI, 1990).

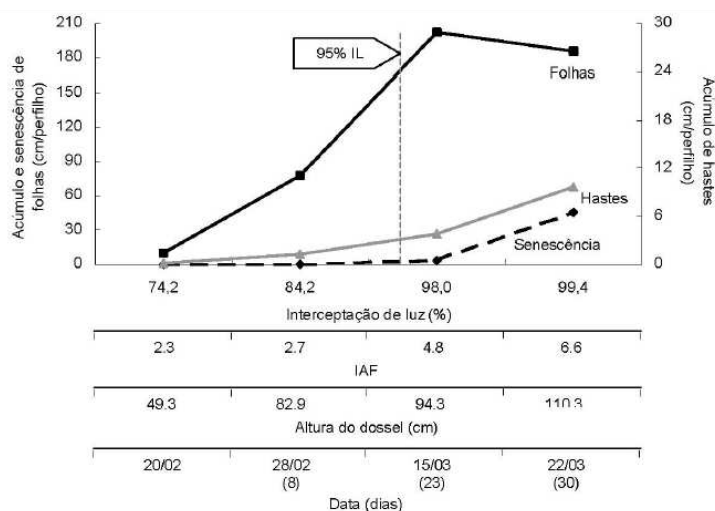


FIGURA 8. Dinâmica do acúmulo de forragem durante a rebrotação do Capim-mombaça pastejado com 100% de IL e 50 cm de resíduo (CARNEVALLI, 2003).

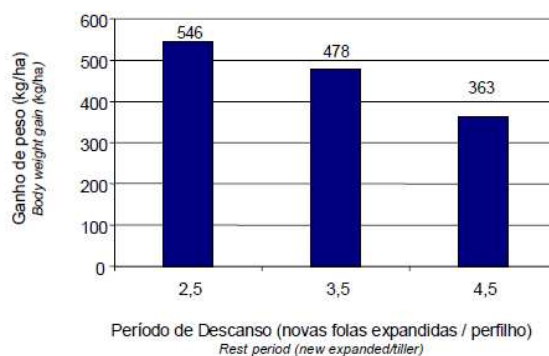


FIGURA 9. Rendimento de peso vivo ao longo de 125 dias, na estação chuvosa (novembro a março), em piquetes de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob três períodos de descanso (CÂNDIDO et al., 2005).

CARNEVALLI (2003) demonstrou consistência do critério de interrupção do processo de rebrotação aos 95% IL, pois a partir deste período houve aumento da senescência, maior alongamento de colmo, redução na produção líquida foliar, ou seja, perdas qualitativas da forragem (Figura 8). Neste sentido, CÂNDIDO et al. (2005) concluíram que períodos de descanso muito longo comprometem o desempenho animal e, conseqüentemente, o rendimento animal, ao longo da estação de pastejo (Figura 9).

A relação entre ganho por animal ou ganhos por área foi muito bem ilustrado por MOTT (1960) (Figura 10). Quando há boa disponibilidade de forragem, a taxa de lotação tem pouco efeito sobre a produção individual, uma vez que existe alimento suficiente para o animal. Desta forma, o ganho por animal é função da variação na qualidade da forragem. O ganho máximo por animal variará com a espécie e época do ano. À medida que a taxa de lotação aumenta, a produção por animal decresce, pois os animais começam a competir por alimento e tem menor oportunidade de selecionar a parte mais nutritiva da forragem. Assim, o consumo de forragem e o ganho por animal são determinados pela disponibilidade de forragem por animal por dia. O ganho máximo por área ocorre quando cada animal está ganhando menos do que o potencial máximo para ganho de peso. A partir deste ponto, aumentos na taxa de lotação diminuem gradativamente o ganho de peso, e os animais extras colocados na pastagem não compensam a menor produção individual, e a produção por área diminui. A taxa de lotação ótima é, portanto, a amplitude de utilização que permite o equilíbrio entre os ganhos por animal e por unidade de área.

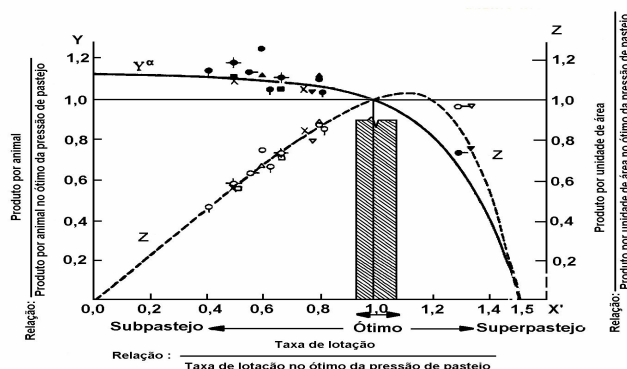


FIGURA 10. Relações entre ganhos por animal ou ganho por área e a pressão de pastejo (MOTT, 1960).

O grande desafio da ciência é elevar o ponto máximo do ganho por área (platô da curva) e que o animal possa expressar todo o potencial genético (platô da curva de ganho individual). Desta forma, maximizar o ganho por área e o ganho individual simultaneamente. Para isso, é necessário otimizar a produção da forrageira (95% IL), gerar incrementos na qualidade e disponibilidade através de adubação estratégica a qual reúna máxima resposta e eficiência de utilização do mineral, quando a água não for fator limitante; e, por fim, uma suplementação estratégica a fim de otimizar a conversão alimentar em cada época do ano.

Na Figura 11, CASAGRANDE et al. (2009) mostram que o ganho médio diário dos animais quando receberam suplemento atingiu valor máximo (718,4 g/dia) na altura do pasto de 31,8 cm. Ao analisar os dados de ganho médio diário e ganho/área, constatou-se que estes se ajustaram num modelo quadrático e que a

interseção ocorre na altura de 23 cm, o que de acordo com MOTT (1960) é o ponto no qual a pressão de pastejo é ótima. Porém, quando se suplementou a dieta dos animais com sal mineral, o ganho médio diário ajustou-se em um modelo linear, indicando que o ponto de máximo ganho esteve acima dos 35 cm de altura. Isto demonstra que há um deslocamento da curva clássica definida por MOTT, (1960), em função da utilização de suplementos protéicos no período das águas. Assim, com a utilização de suplemento, puderam-se manejar pastos mais baixos, aumentar a taxa de lotação e o ganho por área, obtendo o mesmo ganho médio diário quando comparados a estratégias que priorizam o ganho individual.

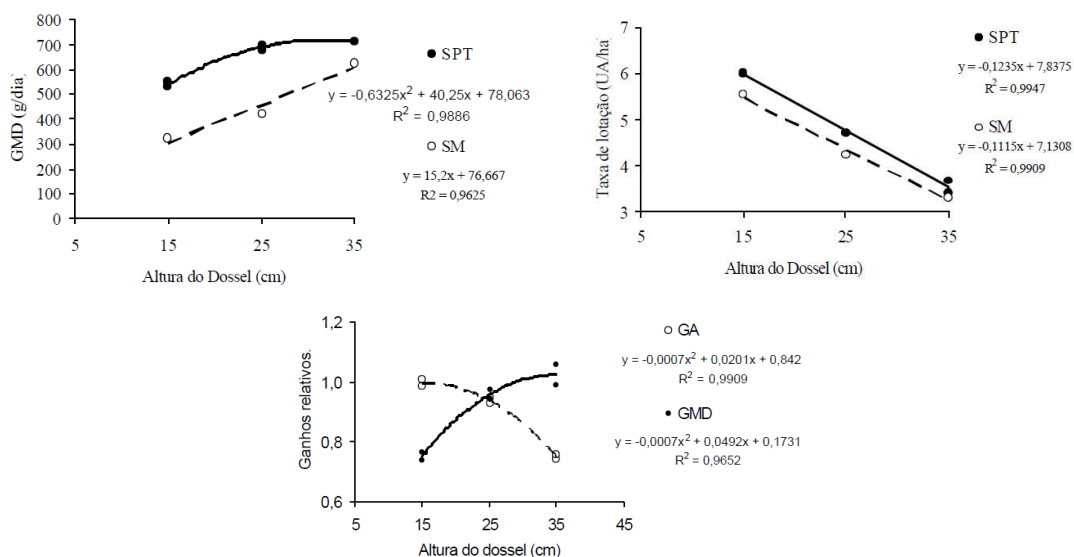


FIGURA 11. Ganho médio diário, taxa de lotação e relação entre ganho e ganho máximo obtido para o ganho médio diário e ganho por área de novilhas recebendo suplemento protéico energético em função da altura do dossel em pastagens de capim-marandu, durante o período das águas (CASAGRANDE et al., 2009).

PAULINO et al. (2004) comentam que a suplementação de bovinos em pastagem é uma das principais estratégias para a intensificação dos sistemas. Assim, essa tecnologia permite aumentar a eficiência de conversão das pastagens, melhora o ganho de peso dos animais e encurta os ciclos de crescimento e engorda dos bovinos (FIGUEIREDO et al., 2007).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das características nutricionais das forrageiras tropicais e de suas conseqüências no desempenho animal gera alternativas que visem à melhoria nos sistemas produtivos.

A grande diversidade genética das forrageiras tropicais permite variações na estrutura das plantas, na composição química e gera complexidade na interpretação de suas respostas fisiológicas. Esta amplitude genética permite que o forragicultor escolha uma forrageira adequada e adaptada a determinada condição edafoclimática e assim, obtenha êxito em seu sistema produtivo.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B. de; OLIVEIRA, R. A. de; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F. da; FIGUEIREDO, J. L. A.; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 20-27. 2010.
- ALVES, J. de S.; PIRES, A. J. V.; MATSUMOTO, M. P. de; RIBEIRO, G. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.1, p.1-10, 2008.
- BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. **Southern Forages**. Potash and Phosphate Institute: Norcross. 1991. 256p.
- BLASER, R.E. Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., Piracicaba-SP. **Anais...** FEALQ, p.1-39, 1988.
- BROUGHAM, R. W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 9. p. 39-52, 1956.
- BUXTON, D.R.; and FALES, S.L. Plant environment and quality. IN: G. C. Fahey Jr. (ed.) Forage quality, evaluation and utilization. **National conference on forage quality**. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA. p. 155-199. 1994.
- CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. de M. ; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de Panicum maximum cv. Mombaça sob lotação intermitente. **R. Bras. Zootec.** [online]. 2005, v.34, n.5, p. 1459-1467. 2005.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2003.
- CARVALHO, M. M.; BARROS, J. C.; XAVIER, D. F. Composición química Del forraje de *Brachiaria decumbes* asociada com três especies de leguminosas arbóreas. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999. (CD-ROM).
- CASAGRANDE, D.R.; REIS, R.A.; AZENHA, M.V. et al. Desempenho animal em função de diferentes tipos de suplementos e de altura crescentes dos pastos de capim-marandu durante o período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais** . . . Maringá: UEM, 2009. CD-ROM.
- CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JR., E. R. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p.19-25. 2009.

CHAPMAN, DF.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKERS, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, p.55-56, 1993.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990. **Anais...** Piracicaba, p.69-85.1990.

COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de.; SEVERIANO, E. da C.; OLIVEIRA, M. A. de. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do Capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 115-123. 2009.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Tiller dynamics of grazed swards. In: Lemaire, G. ; Hodgson, J. ; Moraes, A. ; Carvalho, P.C. de F. ; Nabinger, C. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, CAB International, Wallingford, UK,p.151-168, 2000.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; LAMBERTUCCI, D. M.; ABREU, F. V. de S. Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.628-635, 2007.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, *suplemento especial*, p.121-138, 2007.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. I. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, v.34, p.110-117, 2000.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M. da; MISTURA, C.;MORAIS, R. V. de.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR, D. do; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. da. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FERRARIS, R.; MAHONY, M.J.; WOOD, T.T. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Aust. J. Agr. Res.**, 37: 621-632. 1986.

FIGUEIREDO, D. M. de; OLIVEIRA, A. S. de; SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; VALE, S. M. L. R. do. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **R. Bras. Zootec.** [online]. v.36, n.5, p. 1443-1453, 2007.

FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v.50, n.1, p.16-20, 1995.

HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. Forrage - **The science of grassland agriculture**. Iowa, 1985, 643 p.

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

LIMA SANTOS, N. **Avaliação do capim-Tanzânia manejado com diferentes IAF residual sob lotação rotacionada por cabras Boer x Saanen.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal-SP. 2009, 74 p.

MAGALHÃES, J. A. **Características morfogênicas e estruturais, produção e composição bromatológica de gramíneas forrageiras sob irrigação e adubação.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. 2010, 139 p.

MARANHÃO, C. M. de A. **Características produtivas, morfogênicas e estruturais do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada.** 2008. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Itapetinga-BA. 61p. 2008.

MOCHEL FILHO, W. de J. E. **Fluxo de biomassa, produção de forragem e composição químico-bromatológica do capim-Mombaça sob adubação e irrigação.** Fortaleza: UFC, 2009. 96f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

MOTT, G.O. Grazing pressures and the measurement of pastures production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Reading, p.606-611.1960.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.93-144. 2004.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras.** Jaboticabal, 1993, 26 p.

REIS, R.A., de MELO, G.M.P., BERTIPAGLIA, L.M.A., OLIVEIRA, A.P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS, R.A., SIQUEIRA, G.R., BERTIPAGLIA, L.M.A., OLIVEIRA, A.P., DE MELO, G.M.P. BERNARDES, T.F. (Eds.). **Volumosos na Produção de Ruminantes.** Jaboticabal, 2, 2005. **Anais...** Jaboticabal:Funep. p. 25-60. 2005.

SANTOS JR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A., LAVRES JR, J. Análise de crescimento do capim-Marandú submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1985-1991, 2004.

SARAN NETTO, A.; CONTI, R. M. C.; FERNANDES, R. H. R.; DE LIMA, Y. V. R. Efeito da época de adubação na produção e qualidade nutricional da espécie *Panicum maximum* Jacq. cv. Colonião. **Ensaios e Ciência**, Brasil, v. 5, n. 5, p. 49-55, 2007.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba: FEALQ, p.731-753, 2001

SILVEIRA, V. C. P.; VELHO, J. P.; VARGAS, A. F. da C.; GENRO, T. C. M.; HAYGERT-VELHO, I. M. P. Parâmetros nutricionais da pastagem natural em diferentes tipos de solos na APA do Ibirapuitã, Rio Grande do Sul - Brasil. **Cienc. Rural** [online]. 2006, v.36, n.6, p. 1896-1901. 2006.

SOARES, A. B.; LAÉRCIO RICARDO SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **R. Bras. Zootec.** [online]. 2009, vol.38, n.3, pp. 443-451.

TIESZEN, L.L.; DETLING, J.K. Productivity of grassland and tundra. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegeler, H. (Eds.). **Encyclopedia of plant physiology**. Ecosystem processes: mineral cycling, productivity and man's influence. Springer-Verlag. Berlin. Vol. 12 D. pp. 173-203. 1983.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York, 1994, 476 p.

VARLET-GRANCHER, C.; GOSSE, G.; CHARTIER, M. et al. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, v.9, p.419-439, 1989.

WHITHEMAN, P.C. 1980. **Tropical pasture science**. Oxford University Press. New York. 392 p.

WILSON, J.R. Effects of water stress on herbage quality. In: International grassland congress, 14. **Proceedings...** Lexington. p. 470-472. 1982.