

ÍNDICE CLIMÁTICO DE CRESCIMENTO PARA OS CAPINS *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU, *Cynodon dactylon* cv. TIFTON 85 E *Panicum maximum* cv. TANZÂNIA E RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO DE MASSA SECA¹

FLAVIANO GOMES DOS SANTOS,¹ MODESTO ANTONIO CHAVES,² MARCOS WELBER RIBEIRO DA SILVA,³
RILVAYNIA DANTAS SOARES,⁴ INGRYD LOIOLA FRANCO⁵ E BIANCA DAMASCENO PINHO⁵

1 Mestre em agronomia, DFZ/UESB, CEP 4570 000 Itapetinga, BA

2 Professor titular, DEBI/UESB, CEP 4570 000, Itapetinga, BA

3 Mestrando em Zootecnia, UESB, CEP 45700 000, Itapetinga, BA – Autor para contato - E-mail: mwrzoo@yahoo.com.br

4 Bolsista FAPESB/DEBI/UESB, CEP 45700 000, Itapetinga, BA

5 Aluna de graduação em Zootecnia da UESB, Itapetinga, BA

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estimar o índice climático de crescimento dos capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e correlacioná-lo com a produção de matéria seca. Realizou-se o experimento no período de novembro de 2005 a janeiro de 2006 na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Itapetinga, BA, (15° 09' 07" sul, 40° 15' 32" oeste). Cultivaram-se as gramíneas em canteiro com 9x3 m e irrigadas por aspersão. A altura de corte foi de 20 cm para o Marandu e Tanzânia e de 10 cm para o Tifton 85. Realizaram-se onze cortes. O delineamento experimental foi totalmente casualizado com dois tratamentos (irrigado e não-irrigado) e cinco repetições (canteiros). O intervalo de corte foi de 25 dias. A

análise estatística multivariada detectou o efeito de grupo (tratamento) e momento (data de corte), mas não da interação grupo X momento. Mediante o índice climático de crescimento, estimou-se a produção de massa seca das gramíneas em cada tratamento. Contudo, para cada caso, adotou-se uma equação específica, indicando a necessidade de calibração do índice. Essa calibração permitiu estimar a produção de massa seca dessas gramíneas. Conclui-se que se trata de índice que pode ser usado na previsão de produção, mesmo sobre condição de irrigação. Portanto, os resultados obtidos podem ser incluídos em simulações e modelagens de produção, para as gramíneas estudadas, quando o fator limitante for climático.

PALAVRAS-CHAVES: Bioclimatologia vegetal, modelagem, produção de forragens.

ABSTRACT

CLIMATIC GROWTH INDEX FOR THE GRASSES *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU, *Cynodon dactylon* cv. TIFTON 85 AND *Panicum maximum* CV. TANZÂNIA AND ITS RELATION TO DRY MASS PRODUCTION

The objective of this work was estimating the Climatic Growth Index for the grasses *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia and correlate it with their dry mass production. The experiment was made from November, 2005 to January, 2006 at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) in Itapetinga, BA, (15° 09' 07" South, 40° 15' 32" West). The grasses were cultivated in

stonemasons with dimensions of 9X3 meters and they were irrigated by aspersión. The court height was 20 cm for the glasses Marandu and. Tanzânia and 10 cm for the Tifton 85. The were 11 courts. The experimental design was totally random experimental with two treatments (irrigated and not irrigated) and five repetitions (stonemasons). The court interval was 25 days. The multivariate statistical analysis detected that both group (treatment) and moment

(court date) had affected the dry mass production but, it was detected effect of the interaction group X moment. It was possible, with the use of the Climatic Growing Index, to estimate the grasses dry matter production in both treatments. Although, it was need specific equations for each glass and treatment which indicated the necessity of index calibration. It was possible, after this calibration, to

estimate the dry mass production even under the irrigated condition. It was concluded that this index can be used in the estimation of dry mass production even under irrigated conditions. Therefore, the obtained results can be included in simulations and production modeling, for the grasses studied, when the limiting factor is climatic.

KEY WORDS: Forage production, modelling, vegetal bioclimatology.

INTRODUÇÃO

A importância das gramíneas forrageiras na produção de bovinos no Brasil pode ser evidenciada pela grande extensão de terra que ocupa, equivalendo a 75% da área utilizada para agricultura, o que corresponde a aproximadamente 20% da área total do país (BRASIL, 2005).

A irrigação tem sido empregada como elemento regulador da produção, diminuindo o efeito da sazonalidade nas pastagens. Porém, a resposta à irrigação, visando ao aumento da produção de massa seca, parece estar mais relacionada às condições climáticas e à frequência de irrigação do que às características das gramíneas (ALVIN et al., 1986).

O capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) é originário da África Tropical e África do Sul, onde os solos normalmente apresentam bons níveis de fertilidade (BOGDAN, 1977). A cultivar Marandu é uma planta robusta e com intenso afilamento nos nós superiores, com folhas largas e longas. Apresenta ampla adaptação climática, desenvolve-se até 3.000 m acima do nível do mar e exige precipitação pluviométrica anual variando de 800 a 1.200 mm. Mostra alta resistência à seca, não tolera solos encharcados, apresenta boa tolerância ao sombreamento, ao fogo e ao frio (SOUZA FILHO, 1994). A temperatura ideal para o crescimento é de 30 a 35°C e a mínima é de 15°C (SHERMAN & RIVEROS, 1990). É recomendado para solos de média e boa fertilidade, tolerando condições da acidez no solo. Apresenta de 8% a 11% de proteína bruta, produção de 10 a 18 toneladas de matéria seca/ha/ano e boa produção de sementes viáveis (EMBRAPA, 1985).

O capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L. cv. Tifton 85) é um híbrido que resultou do cruzamento da Tifton 68 com uma introdução proveniente da África do Sul. Trata-se de uma planta perene, estolonífera e rizomatosa, com hastes longas e folhas largas de coloração verde-escura e porte relativamente alto. É um capim recomendado para a fenação e para o pastejo, em decorrência da alta relação lamina foliar-colmo que possui. Apresenta muito boa resistência a doenças e ao déficit hídrico, boa resistência ao fogo e fraca à acidez. Produz em torno de dezesseis a dezoito toneladas de matéria seca/ha/ano e cerca de 20% de proteína bruta (BURTON et al., 1993).

O capim-tanzânia (*Panicum maximum*, J. cv. Tanzânia) originado da Tanzânia foi desenvolvido pela EMBRAPA – Gado de Corte e é, atualmente, uma das cultivares de *Panicum* mais utilizadas na formação de pastagens (EMBRAPA, 1999). A cultivar Tanzânia apresenta hábito de crescimento cespitoso, atingindo 1,5 a 2,0 m de altura, com período de florescimento mais concentrado no final da estação das chuvas. Ainda segundo a EMBRAPA (1999), essa gramínea caracteriza-se por apresentar boa tolerância à seca e ao frio, mas é exigente em fertilidade e profundidade do solo. Desenvolve-se bem com 800 a 1.500 mm/ano de chuva. Pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA–Gado de Corte mostram que a produção de forragem dessa cultivar pode atingir 26 toneladas de matéria seca/ha/ano, com teor de proteína bruta médio de 16% para as folhas e 9,8% para os colmos (EMBRAPA, 1999).

Independentemente de outros fatores, o rendimento de massa seca, para cada cultura, é determinado, primariamente, pela oferta de ener-

gia solar, cuja utilização é condicionada por outros elementos, como precipitação pluvial e temperatura (HEALTH et al., 1985).

Dos fatores ambientais que mais influenciam no crescimento das pastagens e no rendimento de matéria seca, destacam-se os seguintes: a radiação solar, a temperatura do ar e temperatura e a umidade do solo (MONTSERRAT et al., 1989).

A luz solar afeta o desenvolvimento e florescimento das gramíneas, de modo que o seu efeito pode ser dividido em três diferentes componentes: a) resposta ao comprimento de radiação recebida (fotoperiodismo); b) qualidade de luz (comprimento de ondas) e; c) irradiação (energia radiante). Esses três componentes interagem durante todo o crescimento da planta, principalmente no momento de florescimento (SORIA, 2002).

Analisando ainda a influência de fatores climáticos (radiação solar, temperatura, e água) na produção de matéria seca de gramíneas tropicais, COSTA & MONTEIRO (1997) observam que as maiores produções concentradas no período de primavera-verão, principalmente em dosséis não-irrigados, devem-se principalmente à maior precipitação no período (por ser a água neste caso o fator limitante); porém, nos cultivos irrigados, a distribuição irregular na produção de forragem está associada à variação de temperatura e luminosidade durante o ano. Por sua vez, MANNETJE & PRITCHARD (1974) afirmam que a associação de baixas temperaturas e curtos fotoperíodos deve ser o principal fator climático limitante do crescimento de plantas forrageiras irrigadas.

O suprimento de água para forrageiras é determinado também pela habilidade destas em utilizar a água armazenada no solo e pela capacidade de controlar as perdas pelo mecanismo estomático (MAIZENAUER & SUTILI, 1983). Assim, o comportamento de uma planta cultivada em situação de déficit hídrico dependerá do estágio de desenvolvimento, do genótipo, da duração e severidade do déficit (PETRY et al., 1999).

No passado, alguns trabalhos que compararam a produção da pastagem irrigada com não-ir-

rigada nas estações de outono-inverno chegaram à conclusão de que era economicamente inviável irrigar pastagens naquela época, porque a baixa intensidade luminosa e as baixas temperaturas dos ambientes limitavam a resposta da planta forrageira à irrigação (ROSSINI, 2004). Esses resultados acabaram levando os produtores e técnicos a abandonarem o uso da irrigação de pastagens por muito tempo. Entretanto, pesquisas e resultados de campo têm demonstrado a possibilidade de se conseguir manter, em pastagens irrigadas no período da seca, de 40% a 50% da taxa de lotação animal que é mantida na primavera-verão, índice este muito bom, se se considerar que, em pastagens não-irrigadas, apenas se consegue manter de 10% a 20 % da taxa de lotação obtida no período úmido (ALVARES, 2001).

É íntima a relação entre os fatores ambientais e a ocorrência e distribuição das plantas forrageiras, mostrando a necessidade de se conhecer a disponibilidade desses fatores e as características ecológicas e fenológicas das plantas a serem cultivadas (SILVA, 1995). Apesar da dificuldade de se isolar os efeitos de uma variável meteorológica sobre a produção de cultura, os fatores climáticos são os mais importantes na escolha de plantas forrageiras para uma determinada região (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1985),

As relações entre cobertura vegetal, demanda evaporativa da atmosfera e disponibilidade hídrica são fundamentais em várias áreas de estudo como irrigação, ecofisiologia e agroclimatologia. O conhecimento dessas relações assume papel importante principalmente nas regiões onde o fator limitante é a precipitação, como o caso da região semi-árida do Nordeste do Brasil. O manejo desses fatores permite um melhor conhecimento do comportamento das plantas em diferentes ecossistemas, bem como uma utilização racional dos parâmetros meteorológicos e de irrigação, permitindo otimizar o potencial de produção das culturas e seu nível de qualidade (DANTAS NETO et al., 1996).

De acordo com BASTOS et al. (2001), estabelecer uma recomendação de novas tecnologias para aumentar a produção de forrageiras geralmente é algo relativamente caro e que con-

some muito tempo, porque envolve a avaliação de vários locais ao longo de anos. Uma ferramenta que pode diminuir tempo e custos é o emprego de modelos que permitem simular a produção em diferentes condições de clima, solo, ou ambos. Ainda segundo os autores citados, a grande vantagem de tais modelos reside no baixo custo e na alta capacidade de suporte a decisões para um melhor planejamento tanto da produção como de estudos científicos.

Entre os modelos existentes, o índice climático de crescimento (ICC), proposto por FITZPATRICK & NICK (1970), estuda a relação planta-clima. Esse índice considera os seguintes fatores: radiação solar global, temperatura do ar, umidade do solo e respectivas respostas das plantas, podendo, portanto, ser usado na previsão de produção em função das condições climáticas.

MOTA et al. (1981) testaram esse índice para pastagens naturais no Rio Grande do Sul, verificando que, nesse Estado, há boa potencialidade climática para o desenvolvimento de gramíneas e leguminosas temperadas, enquanto as leguminosas tropicais, durante os meses mais rigorosos do inverno, não encontram condições adequadas. Mais tarde, MOTA (1991) calculou os índices climáticos mensais de crescimento para pastagens nativas em Pelotas, RS, verificando que o rendimento médio diário de matéria seca podia ser estimado através desse índice, permitindo avaliar a lotação animal e as quantidades de feno necessárias para suplementar a pastagem nativa. PEDRO JÚNIOR (1995) avaliou, com bons resultados, a possibilidade de uso do índice climático de crescimento para algumas espécies forrageiras (colonião, pangola, jaraguá e gordura) e mostrou sua variação espacial no território paulista para regionalização do potencial climático de produção de matéria seca em função do clima.

Mesmo com os bons resultados obtidos, as pesquisas com índice como tais foram descontinuadas e não se encontraram na literatura estudos de sua aplicação sob condições de irrigação.

Portanto, neste trabalho buscou-se estimar o índice climático de crescimento para os

capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e correlacioná-lo com a produção de massa seca com e sem irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolveu-se esta pesquisa no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB –, em Itapetinga, BA, localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27°C e com altitude média de 268m.

Foram feitas análises químicas do solo, a fim de se proceder às correções de fertilidade necessárias ao bom desenvolvimento de cada cultivar e possibilitar o planejamento das adubações corretivas a serem adotadas ao longo do período experimental.

Cultivaram-se os capins isoladamente em canteiro com dimensões de 9x3 m. O plantio foi realizado em março de 2004. Plantaram-se os capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia por sementes e o *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 por mudas. Assinale-se que se realizou o experimento em novembro de 2005, por ocasião dos cortes de homogeneização para cada cultivar. Nessa época as culturas estavam com cerca de um ano e sete meses de idade e vinham crescendo sem cortes havia sessenta dias.

Fez-se uma adubação no início do experimento, com base na análise do solo e recomendação de adubação de acordo com o Laboratório de solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), vinte dias antes do início do experimento (Tabela 1).

Após cada corte fez-se adubação nitrogenada, usando-se 100 ml de uréia por canteiro, lançando-se o pó à mão sobre o canteiro.

O experimento foi realizado de novembro de 2005 a janeiro de 2006. Em 14 de novembro, cortaram-se os seis canteiros da gramínea Tanzânia; em 16 de novembro, cortou-se a gramínea Marandu; em 18 de novembro, o Tifton.

TABELA 1. Análise do solo na área experimental

Análise física													
Composição granulométrica em frações da amostra total (%)													
Calhaus 200-20 Mm	Casca 20-2 mm	TFSA <2 mm	Frações da TFSA				Classe textural						
			Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm							
0	0	100	34,5	19,1	11,0	35,4	Argila arenosa						
Análise química													
H ₂ O	mg/dm ³		Cmol/dm ³ de solo								(%)		
ph	P		K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺	H ⁺⁺	Na ⁺	S.B.	t	T	V	MO
6,6	72		1,58	7,1	1,8	0,0	2,9	0,0	10,5	10,5	13,4	78	2,7

Os cortes foram feitos utilizando-se um quadrado de madeira com dimensões 0,5 x 0,5 m, cuja borda possuía altura de corte desejada (5 cm para o Tifton e 20 para as demais gramíneas). Esse quadrado era colocado aleatoriamente, em um ponto do canteiro, e os cortes feitos com tesoura, em intervalos de cinco dias.

Instalaram-se tensiômetros nos canteiros, de forma a se obter o conteúdo de água atual no solo, através do uso da curva de retenção da água, conforme VAN GENUCHTEN (1980), a partir do potencial matricial da água, nos diferentes pontos. A curva de retenção foi obtida nos laboratórios do CPT-UFSE.

A umidade do solo também foi acompanhada, periodicamente, tomando-se amostras, para serem submetidas ao método padrão de estufa.

A irrigação foi feita por aspersão, utilizando-se aspersores dotados de controle de pressão, cuja vazão era de 50 L/h. No caso das gramíneas Marandu e Tanzânia, foi necessário recolocar os aspersores a 1,60 m de altura, dado o crescimento dessas gramíneas. A água utilizada foi fornecida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itapetinga, a qual é bombeada de um reservatório aberto situado ao lado do experimento.

Efetuar-se, portanto, onze cortes de cada gramíneas, com cinco repetições (canteiros) de cada tratamento (irrigado ou sequeiro), num delineamento inteiramente casualizado.

Após o corte, o material foi levado a laboratório, envolto em papel toalha, para retirar o excesso de água pesado, e colocado em sacos de papel perfurados por 24 horas. Após esse período

de 24 horas, colocavam-se as amostras em estufa de circulação forçada a 60°C, por 72 horas, quando eram retiradas e novamente pesadas. Para a determinação do teor de matéria seca, subtraía-se o peso da amostra seca, de seu peso inicial, o qual era dividido pelo peso inicial e multiplicado o seu resultado por 100.

Nos locais de plantio, instalaram-se um tanque de evaporação Classe A (APAGER), uma estação meteorológica portátil (WS35 – LA CROSS TECHNOLOGY), que media a temperatura e umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a duração e intensidade da chuva. Também foi instalado um piranômetro (KIPP & ZONEN – CM3), para medir a radiação solar global. Este último era conectado a um DATALOGGER (MICROLOGGER CR10X – Campbell Scientific), que lia seu sinal a cada minuto e armazenava, a cada dez minutos, a média dos valores lidos.

O índice climático de crescimento foi estimado por MOTA (1981):

$$ICC = IL \times IT \times IH \quad (1)$$

em que: IL = índice de luminosidade,

IT = índice térmico, e

IH = índice hídrico.

O índice de luminosidade (IL) é dado pela seguinte expressão:

$$IL = 1,0 \text{ e } \left(3,5 \times \frac{RS}{750}\right) \quad (2)$$

em que RS é a radiação solar global (MJ/m². dia).

O índice térmico (IT) é uma curva oriunda de estudos da relação entre produção de massa

seca e temperatura média diária (T), determinada, matematicamente, considerando-se as temperaturas acima ou abaixo da temperatura ótima da planta (T_0). Seu cálculo é feito com base em um parâmetro (W) cujo valor é variável e que, em sua estimativa, leva em consideração as seguintes condições:

$$1) \text{ Se } T < T_0, \text{ então } |W| = \frac{T_0 - T}{T_0 - TL},$$

em que TL , é a temperatura mínima de crescimento.

Se $T \leq TL$ então W é desconsiderado e toma-se $IT = 0$.

$$1) \text{ Se } T \geq T_0, \text{ então } |W| = \frac{T - T_0}{TH - T_0},$$

em que TH é a temperatura máxima de crescimento.

Neste caso, se $T \geq TH$, então W é desconsiderado e toma-se $IT = 0$.

Todas as temperaturas deverão estar em graus Celsius ou Kelvin.

Se o fator W for considerado, então tem-se:

a) para valores de $|W|$ na faixa de 0 a 0,5:

$$IT = 1,0 \frac{(2 \times |W|)^b}{2}$$

b) para valores de $|W|$ na faixa de 0,5 a 1,0:

$$IT = 0,5 \times [2 \times (1 - |W|)^b]$$

Nesse caso, o expoente b é determinado de acordo com o tipo de cultura (Tabela 2).

TABELA 2. Valores de T_0 , TL , TH e b para quatro classes de culturas.

Tipo de cultura	T_0 (°C)	TL (°C)	TH (°C)	b
Coníferas e plantas e clima temperado	10	0	25	2
Gramíneas e leguminosas temperadas, inclusive trigo, aveia cevada e forrageiras (azevém, trevos)	19	5	35	2
Leguminosas e plantas de folhas largas tropicais tipo C3	28	10	40	3
Gramíneas tropicais tipo C4	35	10	50	2

T_0 = temperatura ótima da planta.; TL = temperatura mínima de crescimento; TH = temperatura máxima de crescimento; b = é um expoente determinado de acordo com o tipo de cultura.

O índice hídrico (IH) foi calculado pela expressão:

$$IH = \frac{ETa}{ETm} \quad (3)$$

em que ETa é a evapotranspiração real e ETm a evapotranspiração máxima.

Na análise dos resultados, utilizou-se a análise de variância ou a análise de perfil multivariada, usando o teste de Hoy da maior raiz característica. Também se fez uso da análise de regressão linear e não-linear.

Para as análises estatísticas, utilizou-se o *software* NCSS. Os gráficos foram obtidos do próprio *software* estatístico ou do *software* MICROCAL-ORIGIN. Submeteu-se o teor de matéria seca produzido à análise de variância multivariada. Equações de regressão foram obtidas correlacionando-se o índice climático de cresci-

mento (ICC) de cada capim, com a quantidade de matéria seca (MS) produzida a cada corte efetuado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são mostrados os valores médios, mínimos e máximos para a temperatura média do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar média, umidade relativa do ar máxima, umidade relativa do ar mínima, chuva e radiação solar global, medidas ao longo do período experimental.

A chuva total medida no período experimental foi de 314,4 mm, concentrando-se, contudo, no período inicial do experimento.

Os valores medidos das variáveis meteorológicas, se comparados com a média dos últimos cinco anos, dos dados da Estação Meteorológica

da EMARC de Itapetinga, localizada a 3 km do experimento, mostram que se trata de período típico para a região. Embora os dados para comparação sejam de um período curto, a experiência dos pesquisadores da equipe confirma essa possibilidade.

Para a matéria seca, a análise de variância multivariada detectou ($p < 0,05$, pelo teste de Hoy da maior característica) o efeito do grupo (tratamento) e do momento (época de corte), mas não foi possível detectar o efeito da interação grupo \times momento ($p > 0,05$). A partir de tais resultados, realizaram-se análises de regressão tendo como variável dependente o teor de matéria seca e independente do momento. Testaram-se os seguintes modelos: linear, exponencial e sigmoidal. O modelo que apresentou os melhores ajustes foi o sigmoidal, sendo o menor coeficiente de deter-

minação de 32,17%, para a gramínea Marandu, tratamento irrigado, modelo linear, e o maior de 99,17% para a gramínea Tanzânia, tratamento sequeiro, modelo sigmoidal.

Os teores de matéria seca, se convertidos para produção de matéria seca por hectare, são superiores aos citados por GOMIDE (1997), mas compatíveis com os encontrados por PEREIRA (1998), PINHEIRO (2002) e SORIA (2002).

A Tabela 4 mostra os valores acumulados do índice climático de crescimento (ICC) para cada uma das gramíneas em cada momento de corte.

Como as condições de insolação e temperatura foram as mesmas, a diferença entre os índices se deu pelo valor do índice hídrico (IH), que é específico de cada gramínea.

TABELA 3. Valores médio, mínimo e máximo para a temperatura média do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar média, umidade relativa do ar mínima, umidade relativa do ar máxima, chuva e radiação solar global, ao longo do período experimental

Variável	Mínimo	Média	Máximo
Temperatura média (°C)	21,9	24,6	26,7
Temperatura mínima (°C)	16,8	19,8	22,0
Temperatura máxima (°C)	25,4	31,1	38,0
Umidade relativa média (%)	29,0	47,2	69,7
Umidade relativa mínima (%)	63,8	75,4	89,4
Umidade relativa máxima (%)	90,2	94,5	96,3
Chuva (mm)	0	5,24	76,2
Radiação global (MJ/m ² .dia)	6,4	18,93	28,73

TABELA 4. Índice climático de crescimento acumulado, para cada uma das gramíneas em cada momento de corte

Corte	Gramínea		
	Marandu	Tanzânia	Tifton
1	0,15	0,5	0,49
2	3,25	4,72	2,35
3	5,75	8,2	5,22
4	9,57	10,16	9,91
5	19,48	14,11	13,38
6	19,94	18,56	21,49
7	18,71	25,54	28,1
8	22,91	36,15	36,47
9	29,97	40,74	38,38
10	40,35	52,6	40,57
11	59,88	60,57	49,74

Para que o índice se prove adequado, para estimativa da produção de matéria seca, a partir de valores climáticos, é necessária uma relação linear entre essa variável e o índice. No entanto, MOTA et al. (1989) admitiram a existência de uma relação quadrática entre este índice e a

produção de matéria seca de alfafa. A Tabela 5 mostra as equações de regressão obtidas, relacionando a variável dependente produção de matéria seca (MS) com a variável independente o índice climático de crescimento (ICC).

TABELA 5. Equações de regressão, relacionando produção de matéria seca (MS) com o índice climático de crescimento (ICC), para cada uma das gramíneas em cada tratamento.

Gramínea	Trat.	Equação	R ² (%)	Qmres
Marandu	Irrigado	MS=0,2304 icc+15,1758	98,93	0,1975848
	Sequeiro	MS=0,2842 ICC+12.9555	98,69	0,3680339
Tanzânia	Irrigado	MS=0,2524 ICC+12.4810	99,54	0,1331895
	Sequeiro	MS=0,2484 ICC+122434	98,35	0,4675973
Tifton	Irrigado	MS=0,1785 ICC+20.8523	98,14	0,1993262
	Sequeiro	MS=0,2450 ICC+16,2190	95,54	0,37333

Para o capim-marandu, no tratamento irrigado, a variação esperada no teor de massa seca, para cada incremento unitário no índice climático de crescimento (ICC), é de 0,2304, com um erro-padrão de 0,008. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de massa seca, devida ao ICC, é de cerca de 0,98. Uma análise de intervalo de confiança (P<0,05) para o incremento no valor da massa seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,2123 a 0,2485. Para o tratamento sequeiro, a variação esperada no teor de massa seca, para cada incremento unitário no ICC, é de 0,2842, com um erro-padrão de 0,0109. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de matéria seca, devida ao ICC, também é de cerca de 0,98. Uma análise de intervalo de confiança (P<0,05) para o incremento no valor da matéria seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,2595 a 0,3089.

O capim-tanzânia, no tratamento irrigado, apresentou variação esperada no teor de matéria seca, para cada incremento unitário no ICC de 0,2524, com um erro-padrão de 0,0107. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de matéria seca, devida ao ICC, foi de cerca de 0,99. Uma análise de intervalo de confiança (p<0,05) para o incremento no valor da matéria

seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,2241 a 0,2726. Para o tratamento sequeiro, a variação esperada no teor de matéria seca, para cada incremento unitário no ICC, é de 0,2484, com um erro-padrão de 0,0107. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de matéria seca, devida ao ICC, também foi de cerca de 0,98. Uma análise de intervalo de confiança (p<0,05) para o incremento no valor da matéria seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,2241 a 0,2726.

No caso da gramínea Tifton, no tratamento irrigado, a variação esperada no teor de matéria seca, para cada incremento unitário no ICC, foi de 0,1785, com um erro-padrão de 0,0082. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de matéria seca, devida ao ICC, foi de cerca de 0,98. Uma análise de intervalo de confiança (p<0,05) para o incremento no valor da matéria seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,16 a 0,1970. Para o tratamento sequeiro, a variação esperada no teor de matéria seca, para cada incremento unitário no ICC, foi de 0,2450, com um erro-padrão de 0,0215. Pelo valor de R², a proporção da variação de produção de matéria seca, devida ao ICC, também foi de cerca de 0,95. Uma análise

de intervalo de confiança ($p < 0,05$) para o incremento no valor da matéria seca produzida, por um aumento unitário no valor do ICC, mostrou os limites de 0,1964 a 0,2936.

As Figuras 1 a 3 mostram as relações entre o ICC e o teor de matéria seca das gramíneas, bem como as retas e equações de regressão.

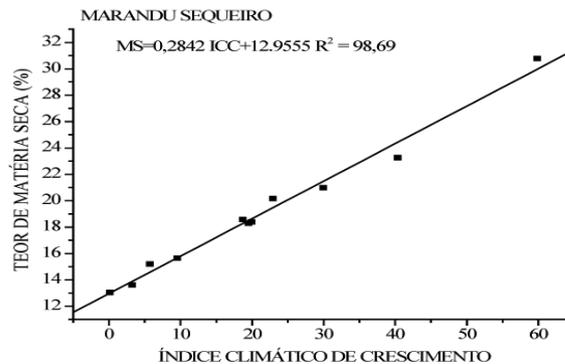
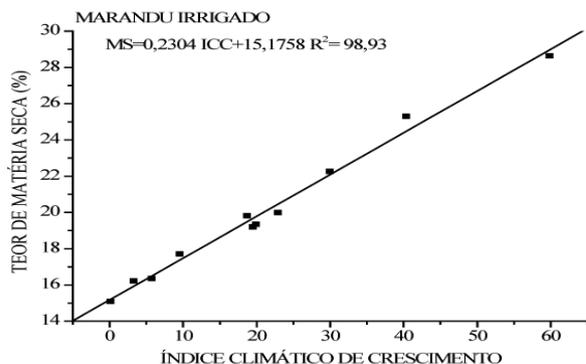


FIGURA 1. Relação entre ICC e teor de matéria seca, para a gramínea Marandu, nos tratamentos irrigado e sequeiro.

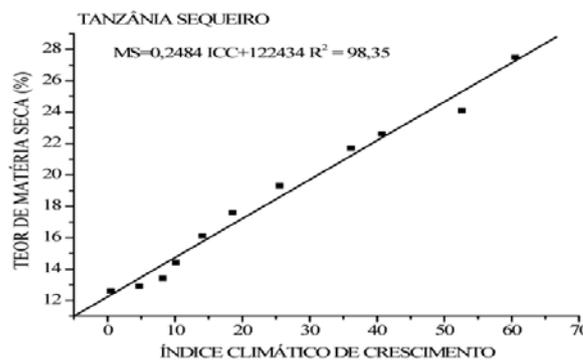
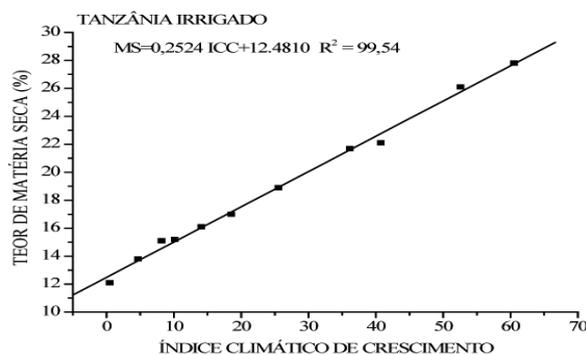


FIGURA 2. Relação entre ICC e teor de matéria seca, para a gramínea Tanzânia, nos tratamentos irrigado e sequeiro.

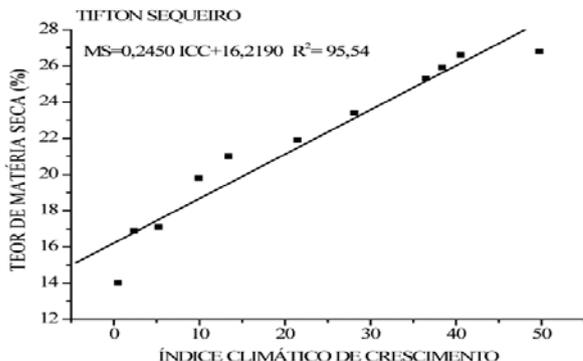
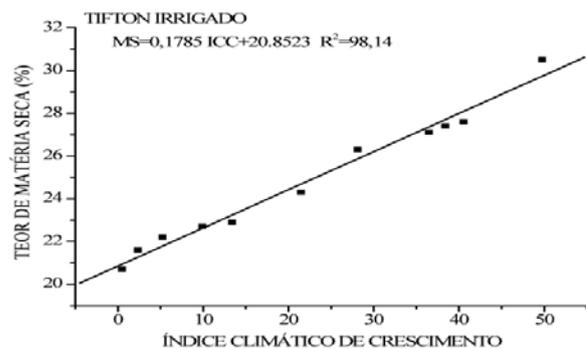


FIGURA 3. Relação entre ICC e teor de matéria seca, para a gramínea Tifton, nos tratamentos irrigado e sequeiro.

Foi possível, portanto, com o ICC estimar-se a produção das gramíneas tanto no tratamento irrigado como no sequeiro. Contudo, para cada

condição, foi necessária uma equação específica, indicando a necessidade de calibração do índice, para cada gramínea. Os resultados obtidos con-

firmam os de BAIER (1977) e FARIA (1997), que indicam a necessidade de calibração do ICC, para cada cultura.

CONCLUSÃO

Com a calibração dos índices que aqui foi feita, foi possível estimar a produção de massa seca das gramíneas estudadas, o que permite concluir que o índice proposto pode ser usado na previsão de produção de massa seca, mesmo na condição de irrigação. Portanto, os resultados obtidos podem ser incluídos em simulações e modelagens de produção para aquelas gramíneas quando o fator limitante for climático.

AGRADECIMENTOS

Ao BNB/ETENE/FUNDECI, pelo financiamento da pesquisa, e à FAPESB e ao CNPq, pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 150 p. (Biblioteca Rural).
- ALVARES, J.A.S. **Caracterização e análise zootécnica e financeira de um sistema de produção de leite com pastagens tropicais irrigadas na microrregião de Governador Valadares, Minas Gerais**. 2001, 75 f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 5, p. 384-392, 1986.
- BAIER, W. Crop-Weather models and their use in yield assessments. **Technical note 151, World Meteorological Organization**. Genebra, 1977 [n.p].
- BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants**. Londres: Longman, 1977. 475. p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Estatísticas da agricultura brasileira. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 15 jan. 2005.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M. 1993. Registration of “Tifton 85” Bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, p. 644-645, 1993.
- COSTA. C.; MONTEIRO. A.L.G. Alfafa como forrageira para corte e pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, **Anais... Jaboticabal: FCAV**, 1997. p. 297-317.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande). **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande, MS: EMBRAPA – CNPQC, 1985. Folder.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande). Tanzânia – 1. Campo Grande, MS: EMBRAPA – CNPQC, 1999. Folder.
- FARIA, R.T; OLIVEIRA, D.; FOLEGATTI, M.V. Simulação da fenologia e produção do feijoeiro pelo modelo BE-ANGRO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1997, Campos do Jordão. **Anais... Campos do Jordão, SBA**, 1997. p.140-142.
- SOUZA FILHO, C. V. S. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais... Piracicaba: FEALQ**, 1994. p. 25-48.
- FRITZPATRICK, E. A.; NICK, H. A. **The climatic factor in Australian grasslands**. Camberra: National University Press, 1970. 173 p.
- GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais... Viçosa: UFV**, 1997. p. 411-429.
- HEALTH. M.; BARNES, R.; MELTCALFE, D. **Forrages**. 4. ed. Iowa: University Press, 1985. 643 p.
- MANNETJE, L.T.; PÛTCHARD, A J. The effect of daylength and temperature on introduced legumes and grasses for tropics and subtropics of Coaxial Austrália Dry matter production, tillering and leaf área. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 14, p. 173-181, 1974.
- MATZENAUER, R ; SUTILI, R. A água na cultura do milho. **IPAGRO**, v. 11, n. 26, p, 17-32, 1983.
- MONTSERRAT, P.; TREIDL, R.A.; MKTCHAN, R.S. **Climate aspects of forage provision and animal production**. World Meteorological Organization. CAGM- VIII Joint Rapporteurs on meteorological aspects of forage provision and animal production, 1989. 106 p.

- MOTA, F.S.; BERNY, Z.B.; MOTA, J.F.A.S. Índice climático de crescimento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 4, p.453-472, 1981.
- MOTA, F.S.; VERONA, L.A.F.; MOTA, J.F.A.S.; NOVAES, L.E.S.M. **O microcomputador na meteorologia agrícola**. São Paulo: Editora Nobel, 1989. 137 p.
- MOTA, J.F.A.S. Clima, lotação animal e suplementação de feno em pastagem nativa em Pelotas, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1991.
- DANTAS NETO, J. ; SOUZA, J.L.; MATOS, J.A.; GUERRA, H.O.C. Necessidade hídricas e eficiência de uso de água pelo capim buffel. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 2, p. 25-28, 1996.
- PEREIRA, C. G. S.; NUSSIO, L. G.; SILVA, S. C. da. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.85.
- PETRY, M.T.; CARLESSO R.; WOLSCHICK, D. et al. Consumo de água e rendimento de grãos de sorgo granífero cultivado em diferentes classes de solo (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas, **Resumos...** Pelotas: CONBEA, 1999.
- PINHEIRO, V.D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim-Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002, 85 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 821-825, ago. 2004.
- SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832 p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1990. 165 p.
- SILVA, S. C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 129-146.
- SORIA, L, G.T. **Produtividade do capim-tanzânia (*Panicum Maximum, Jacq.*) cv. Tanzânia em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada**. 2002, 170 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Protocolado em: 17 abr 2007. Aceito em: 19 jun. 2008.