



Análise multivariada na análise de dados de produção em forragicultura

Alfredo Ribeiro de Freitas¹, Reinaldo de Paula Ferreira², Adônis Moreira¹, Armando de Andrade Rodrigues²

¹Embrapa Pecuária Sudeste, CEP: 13560-970, São Carlos, SP, *Bolsista do CNPq, emails: ribeiro@cnpse.embrapa.br; adonis@cnpse.embrapa.br.

²Embrapa Pecuária Sudeste, CEP: 13560-970, São Carlos, SP; emails: reinaldo@cnpse.embrapa.br; armando@cnpse.embrapa.br

Resumo: O objetivo foi utilizar técnicas multivariada na análise de dados de produção de matéria seca (PMS), de proteína bruta (PB), de Fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) obtidos de capim-coastcross (*Cynodon dactylon*) (L.) Pers. cv. *Coastcross*), de um experimento conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, quatro repetições, com 10 tratamentos organizados em esquema fatorial 2 x 5 (duas fontes de nitrogênio-N: uréia e nitrato de amônio; cinco doses de N: 0, 25, 50, 100, 200 kg/ha/corte). As características foram avaliadas durante cinco cortes consecutivos, sendo os dados analisados por meio de modelo misto e medidas repetidas-MR. As estruturas de variâncias e covariâncias selecionadas pelo critério de informação Akaike e teste de razão da razão da máxima verossimilhança restrito, para modelar os erros entre MR, foram: *Huynh-Feldt* (HF) para PMS e Não-Estruturada (UN) para PB, FDN e DIVMS. Conclui-se que a análise multivariada de ambos os procedimentos: GLM e MIXED, pode ser utilizada para a análise de PMS, PB, FDN e DIVMS.

Palavras-chave: Palavras-chave: capim-coastcross, matriz *Huynh-Feldt*, matriz Não-Estruturada, procedimento GLM, procedimento MIXED, produção de matéria seca

Multivariate analysis in forage production data

Abstract: The objective was to use multivariate analysis technique in the analyses of dry matter production (DMP), crude protein (CP), neutral detergent fiber concentrations (NDF) and *in vitro* dry matter digestibility (DMD) obtained of coastcross pasture (*Cynodon dactylon*) (L.) Pers. cv. *Coastcross*) from a experiment carried out at Embrapa Cattle Southeast, in São Carlos, SP. The experimental design was a randomized block design, four replications; in the whole plot were allocated 10 treatments organized into a 2 x 5-factorial scheme (two nitrogen sources – N: urea and ammonium nitrate, and five N levels: 0, 25, 50, 100 and 200 kg/ha/cut). The traits were evaluated during five consecutive cuttings, being the data analyzed by mixed model and repeated measures. The residual covariance structure that adjust within-cuts error, selected by using Akaike Information criteria and likelihood ratio test were *Huynh-Feldt*:HF for DMP and Unstructured:UN for CP, NDF and DMD. It was concluded that the multivariate analysis technique using both procedures of SAS: GLM and MIXED can be used in the analysis of of dry matter production, crude protein, neutral detergent fiber concentrations and *in vitro* dry matter digestibility.

Keywords: coastcross pasture, dry matter production, GLM procedure, *Huynh-Feldt* matrix, MIXED procedure, Unstructured matrix

Introdução

Uma das pesquisas tradicionais com gramíneas forrageiras tropicais é a avaliação de tratamentos organizados em esquema fatorial envolvendo doses e fontes de adubos nitrogenados para o estudo de características como a produção de matéria seca, teor de nitrato, teor de proteína bruta, fibra em detergente neutro, teor de proteína bruta, teor de nitrato (N-NO₃), digestibilidade *in vitro* da matéria seca, entre outras, tendo por objetivo o aumento na qualidade e na quantidade da forragem produzida.

Geralmente, o delineamento experimental utilizado é o de blocos casualizados, em que os tratamentos ou combinações destes são alocados aleatoriamente às parcelas principais e as avaliações no tempo (cortes) são as medidas repetidas. Cada combinação bloco-tratamento representa a parcela ou indivíduo e dois tipos de variância são considerados: entre e dentro de parcela.

Uma das formas de analisar corretamente tais dados é utilizar modelo misto e análise de medidas repetidas por meio do procedimento MIXED (Littell et al., 1996); no entanto, dependendo da estrutura de

variância e covariância do erros entre cortes selecionada, os recursos do procedimento GLM - General Linear Model (Littell et al., 1996) também podem ser utilizados (Freitas et al., 2007), o que aumenta significativamente as alternativas de análises.

O objetivo foi utilizar os recursos do modelo linear geral e do modelo misto na análise multivariada de dados de produção e de qualidade da forragem de capim-coastcross considerando-se cinco cortes consecutivos analisados como medidas repetidas.

Material e Métodos

Para utilizar as técnicas multivariada em forragicultura, foram utilizados dados de produção de matéria seca (PMS), de proteína bruta (PB), de Fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) obtidos de capim-coastcross (*Cynodon dactylon*) (L.) Pers. cv. Coastcross) de um experimento realizado na Embrapa Pecuária Sudeste, município de São Carlos, SP, Brasil (22°01' S, 47°54' W e altitude de 836 m), em pastagem de capim-coastcross (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross) em Latossolo Vermelho Distroférico típico, com 30% de argila, sob clima tropical de altitude. O leitor interessado em maiores detalhes do experimento realizado podem consultar o trabalho de Corrêa et al. (2007).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, quatro repetições, com 10 tratamentos organizados em esquema fatorial 2 x 5 (duas fontes de nitrogênio-N: uréia e nitrato de amônio; cinco doses de N: 0, 25, 50, 100, 200 kg/ha/corte), sendo os dados avaliados durante cinco cortes consecutivos (medidas repetidas). Para a análise foi utilizado o procedimento MIXED do SAS (SAS 2002-2003) de acordo com o modelo: $y_{ijkl} = \mu + F_i + D_j + (FD)_{ij} + P_{k(ij)} + C_1 + (FC)_{il} + (DC)_{jl} + \varepsilon_{ijkl}$, y_{ijkl} é a resposta no corte l na dose j da fonte de adubo i na parcela $P_{k(ij)}$; μ , F_i , D_j , C_1 , são os efeitos médio global, de Fonte, de dose e de Corte, respectivamente; $(FD)_{ij}$, $(FC)_{il}$ e $(DC)_{jl}$ são efeitos de interação; $P_{k(ij)}$ é o efeito aleatório entre parcelas e ε_{ijkl} é o erro aleatório dentro de parcelas.

Para modelar os erros entre cortes dado por $V(\varepsilon_{ijk}) = R$, foram avaliadas as seguintes estruturas de R: Componente de Variância (VC), Não-Estruturada (UN), Huynh-Feldt (HF), Simetria Composta (CS), Autoregressiva de Primeira Ordem - AR(1) e Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); a estrutura de R adequada para cada variável foi escolhida considerando o menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC) e teste de teste de razão de verossimilhança, ambos descritos em Bozdogan, (1987) e Littell et al. (1996).

Com base nas estruturas de variâncias e covariâncias selecionadas análises multivariadas utilizando-se os procedimentos GLM e MIXED do SAS (SAS 2002-2003).

Resultados e Discussão

Considerando-se o critério de informação de Akaike (AIC) e o teste da razão de máxima verossimilhança restrito, a matriz de variâncias e covariâncias que proporciona o ajuste mais adequado dos erros entre cortes para PMS, PB, FDN e DIVMS, é a HF, UN, UN e UN, respectivamente. Como a HF atende a condição de esfericidade, significando que para qualquer conjunto de contrastes ortonormais obtido da diferença entre quaisquer dois cortes (medidas repetidas), eles tem variâncias iguais; a condição de esfericidade garante a homogeneidade de variâncias e também erro do tipo I exato nas análises de variâncias para testar efeitos entre (tratamentos) e dentro (cortes e tratamentos x cortes), indicando que para a PMS, ambos os recursos dos procedimentos GLM e MIXED podem ser utilizados. Para as análises das variáveis PB, FDN e DIVMS, a matriz do tipo Não-Estruturada (UN), possibilita realizar análises multivariadas pelo GLM para testar os efeitos de tratamentos, cortes e tratamentos x cortes. Uma dessas análises é o ajuste de polinômios ortogonais até o quarto grau dentro das cinco doses de nitrogênio-N (0, 25, 50, 100, 200 kg/ha/corte), conforme apresentado na Tabela 1. Exceto para a PMS na interação tratamentos x cortes, o efeito de doses é explicado até o grau cúbico.

Na Tabela 2 são apresentados contrastes ortogonais entre cortes, em que Corte_n representa o contraste entre o n-ésimo nível de Corte e a média dos cortes subsequentes, ou seja, são calculados quatro contrastes (Corte.1 a Corte.4), sendo $Corte.1 = corte.1 - (corte.2 + corte.3 + corte.4 + corte.5)/4$; $Corte.2 = corte.2 - (corte.3 + corte.4 + corte.5)/3$; $corte.3 = corte.3 - (corte.4 + corte.5)/2$; $Corte.4 = corte.4 - corte.5$. Esses contrastes, também, obtidos por meio do procedimento GLM. possibilitam uma compreensão dos polinômios ortogonais descritos na Tabela 1, e com isso estudar com mais detalhe o efeito das doses de adubo nas duas fontes de N. Por exemplo, para a produção de matéria seca (PMS) (Tabela 2), o primeiro contraste (Corte.1) não foi significativo ($P > 0,05$) para nenhum dos efeitos (fontes, doses e interação fontes x doses), indicando que não houve diferença na PMS obtida no tratamento sem adubo (dose zero de N) quando comparada com a PMS obtida considerando-se a média das doses (25, 50, 100 e 200 kg/ha/corte).

Tabela 1- Análise de variância de medida repetida de dados e polinômios ortogonais para produção de matéria seca (PMS), de proteína bruta (PB), de Fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de *coastcross*

Efeito	Efeito do grau polinomial para dose															
	Linear				Quadrático				Cúbico				Quártico			
	PMS	PB	FDN	DIVMS	PMS	PB	FDN	DIVMS	PMS	PB	FDN	DIVMS	PMS	PB	FDN	DIVMS
Média	*	**	**	**	**	ns	*	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fonte:F	ns	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Cortes:C	**	*	**	**	**	ns	*	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação F x C	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

"**" P<0,01; "*" P<0,05; "ns" P>0,05

Tabela 2- Contraste ortogonal entre o n-ésimo nível de Corte (Corte.n) e a média dos cortes subsequentes, com respectiva significância (Pr > F) para os efeitos de fontes (F), doses (D) e interação F x D.

Efeito	Corte.1				Corte.2				Corte.3				Corte.4			
	Pms	Pb	Fdn	Div	Pms	Pb	Fdn	Div	Pms	Pb	Fdn	div	Pms	Pb	Fdn	Div
F	**	ns	**	Ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	**	ns	Ns	ns	Ns	Ns
Dose:D	**	ns	Ns	*	**	ns	ns	*	**	ns	**	*	Ns	ns	Ns	*
F x D	**	ns	Ns	Ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns	Ns	Ns

Corte.1=corte.1-(corte2+corte3+corte4+corte5)/4; Corte.2=corte.2-(corte3+corte4+corte5)/3;

Corte.3=corte.3-(corte4+corte5)/2;Corte.4=corte4-corte5.

"**" P<0,01; "*" P<0,05; "ns" P>0,05

Conclusões

Na análise de dados de produção de matéria seca, de proteína bruta, de fibra em detergente neutro e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, obtidos de capim-*coastcross* (*Cynodon dactylon*) (L.) Pers. cv., quando essas características são avaliadas em cortes consecutivos da forragem (medidas repetidas), pode ser realizada análise multivariada por meio de ambos os procedimentos: GLM e MIXED.

Literatura citada

BOZDOGAN, H. 1987. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): the general theory and its analytical extensions. **Psychometrika**, v.52, n.3, p.345-370, 1987

CORRÊA, L. de A.;CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. de; SILVA, A. G. da. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-*coastcross*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 4, p. 763-772, 2007.

FREITAS, A. R.; BARIONI JUNIOR, W.; FERREIRA, R.P.; DESTEFANI, C.; SANTOS, A.R.; MOREIRA, A. Estudo de medidas repetidas: uma aplicação a dados de forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DASOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 52.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 12, 2007, Santa Maria, RS. **Resumos...** Santa Maria: UFSM; RBRAS, 2007.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS System for Mixed Models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 633p.

SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, 2002–2003.