

(SA-02C) SELEÇÃO DA ESTRUTURA DE VARIÂNCIA E COVARIÂNCIA NA ANÁLISE DE DADOS DE CONTAGEM DE HAEMATOBIA IRRITANS EM BOVINOS

Alfredo Ribeiro de Freitas¹; Ana Carolina S. Chagas²; Márcia Cristina S. Oliveira²; Rodrigo Giglioti³

¹Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste– São Carlos, SP, Brazil,. Bolsista do CNPq.

²Pesquisador Embrapa Pecuária Sudeste– São Carlos, SP, Brazil

³Universidade Estadual de São Paulo, R. Prof. Paulo D. Castellane s/n, 14884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brazil

RESUMO

O objetivo foi analisar dados de contagens (Y) de carrapatos de 11 avaliações semanais de 40 vacas Nelore submetidas a dois tratamentos trat1: torta de Neem a 2% misturada ao sal mineral segundo recomendações do fabricante; trat2: controle - os animais receberam somente sal mineral). O experimento foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, Brasil em 2008. Os dados foram analisados na forma de medidas repetidas, em que a vaca representou o indivíduo e os controles semanais a avaliação dentro do indivíduo. A estrutura selecionada da variância e covariância dos erros das avaliações dentro de indivíduos foi a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); entretanto, esta não diferiu ($P>0,05$) da Huynh-Feldt (HF), indicando que para o presente estudo os dados de Y poderiam ser analisados tanto pelo modelo linear padrão quanto pelo modelo misto, ou seja, para os usuários do SAS, pode-se utilizar tanto o procedimento GLM quanto o MIXED.

Palavras-chave: contagem de carrapatos, medidas repetidas, modelo linear misto, modelo linear padrão.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze ectoparasites data (Y) of 11 weekly evaluations in 40 Nelore cows submitted to two treatments (trt1: 2% neem cake

mixed with mineral salt; trat2: only mineral salt was supplied to the animals). The experiment was carried out at Embrapa Cattle Southeast, in São Carlos, SP, in 2008. The dates were analyzed as repeated measures; the cow was considered the subject and each control of ectoparasites evaluated on each week was the evaluation within subject. The selected variance-covariance structure of errors within subject was a Autoregressive Moving Average- ARMA (1,1); although the ARMA(1,1) do not differed ($P > .05$) from Huynh-Feldt (HF), indicating that counts of ectoparasites data evaluated as repeated measures can be analyzed in both situation: as standard linear model or mixed linear model. Considering the SAS software, both the procedures can be used: GLM and MIXED.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de abril a julho de 2008 na Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE), cidade de São Carlos, SP, Brasil, latitude de 21°57'42"(S), longitude de 47°50'28"(W) e altitude de 860m.

Foram avaliados dois tratamentos (trat1: torta de Neem a 2% misturada ao sal mineral segundo recomendações do fabricante; trat2: controle - os animais receberam somente sal mineral) com 20 vacas Nelore, com média de peso de 480 kg, em cada. Na produção industrial do óleo de neem, as sementes são prensadas e a sobra (torta) é moída para a produção de um farelo. Dessa forma, o material vegetal testado foi adquirido comercialmente e se constituía de sementes de *A. indica* prensadas e moídas. Realizou-se a quantificação dos compostos ativos azadiractina A e B da torta, antes de sua mistura ao sal mineral, via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

Para a distribuição das vacas em cada tratamento, considerou-se duas contagens (Y) de carrapatos realizadas 14 e 7 dias antes da divisão; também foi utilizado como critério de distribuição o número de vacas prenhes e não prenhes. Os animais de cada tratamento foram mantidos em piquetes separados de 1 km. Após a divisão das vacas nos tratamentos, foram realizadas nove contagens semanais.

Os dados Y após a transformação $\sqrt{Y+5}$ foram analisados por meio do procedimento MIXED do SAS (LITTELL et al. 1996; Sas Institute, 2002/2003) de acordo com o modelo: $y_{ijklm} = \mu + t_i + g_j + (tg)_{ij} + a_{k(ij)} + s_l + (ts)_{il} + (gs)_{jl} + \varepsilon_{ijklm}$, em que: y_{ijk} = resposta da avaliação na coleta m do animal l pertencente ao tratamento i e grupo j; μ = média global; t_i , g_j e s_l é o efeito de tratamentos, grupo de vacas e semanas, respectivamente, $(tg)_{ij}$, $(ts)_{il}$ e $(gs)_{jl}$ são efeitos de interação, $a_{k(ij)}$ é o efeito aleatório do animal e ε_{ijklm} é o erro aleatório. A estrutura mais adequada da variância e covariância (R) dos erros ε_{ijklm} , dada por $\text{Var}(\varepsilon_{ijklm}) = R$, foi escolhida considerando o menor valor do critério de Informação de Akaike (AIC). Foram ajustadas oito estruturas: 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); Toeplitz (TOEP) e Simetria Composta Heterogênea (CSH). Para comparar duas matrizes R_i e R_j , foi também utilizado o teste de razão de verossimilhança restrito construído por $(-2 \text{res log likelihood da matriz } R_i) - (-2 \text{res log likelihood da matriz } R_j)$, que equivale ao teste de Qui-quadrado (χ^2), com

graus de liberdade igual à diferença do número de parâmetros entre as matrizes R_i e R_j . Estes dois critérios são descritos em Bozdogan (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as oito estruturas de variâncias avaliadas; considerando-se valores decrescente do critério de informação de Akaike (AIC), a estrutura mais adequada é a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1). Quando se compara duas a duas a ARMA(1,1) com as demais, por meio do teste de razão de verossimilhança restrito (Tabela 1), observa-se que a ARMA(1,1) não difere estatisticamente ($P > 0,05$) de três estruturas: Simetria Composta Heterogênea (CSH), Huynh-Feldt (HF) e Toeplitz (TOEP). Dessas três, a HF, atende a condição de esfericidade, ou seja, para qualquer conjunto de contrastes ortonormais formulados a partir da diferença entre quaisquer duas contagens de carrapatos (medidas repetidas), elas tem variâncias iguais, ou seja, 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, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) e dentro (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas) de indivíduos.

Tabela 1. Estruturas de variâncias e covariâncias com respectivos parâmetros, graus de liberdade, valores do critério de Informação de Akaike (AIC) e valores de -2 Res Log verossimilhança(-2Log L).

Estrutura	Parâmetro	AIC	-2 Log L
AR(1)	2	1551,6	1547,1
ARMA(1,1)	3	1534,4	1528,4
CS	2	1556,7	1552,7
CSH	10	1549,6	1529,6
H-F	10	1548,4	1528,4
TOEP	9	1540,5	1522,5
UN	45	1536,3	1446,3
VC	1	1691,1	1689,1

Obs: comparação de HF com as demais estruturas, utilizando-se teste de razão de verossimilhança

ARMA(1,1) versus AR(1)	$\rightarrow 1528,4 - 1547,1 \rightarrow \chi^2_{1} = 18,7$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus CS	$\rightarrow 1528,4 - 1552,7 \rightarrow \chi^2_{1} = 24,3$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus CSH	$\rightarrow 1528,4 - 1529,6 \rightarrow \chi^2_{8} = 1,2$ ns
ARMA(1,1) versus H-F	$\rightarrow 1528,4 - 1528,4 \rightarrow \chi^2_{7} = 0,0$ ns
ARMA(1,1) versus TOEP	$\rightarrow 1528,4 - 1522,5 \rightarrow \chi^2_{6} = 5,9$ ns
ARMA(1,1) versus UM	$\rightarrow 1528,4 - 1446,3 \rightarrow \chi^2_{42} = 82,1$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus VC	$\rightarrow 1528,4 - 1689,1 \rightarrow \chi^2_{1} = 160,7$ ($P < 0,001$)

Observando-se os valores de $Pr > F$ da análise de variância do tipo III obtidos para todos efeitos principais e interações em cada das estruturas de variância (Tabela 2), verifica-se que os efeitos entre indivíduos (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) são bastante influenciados por R. Quando se observa os efeitos dentro de indivíduos (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas), verifica-se que apenas o efeito de semanas (medidas repetidas), é o mesmo para

graus de liberdade igual à diferença do número de parâmetros entre as matrizes R_i e R_j . Estes dois critérios são descritos em Bozdogan (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as oito estruturas de variâncias avaliadas; considerando-se valores decrescente do critério de informação de Akaike (AIC), a estrutura mais adequada é a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1). Quando se compara duas a duas a ARMA(1,1) com as demais, por meio do teste de razão de verossimilhança restrito (Tabela 1), observa-se que a ARMA(1,1) não difere estatisticamente ($P > 0,05$) de três estruturas: Simetria Composta Heterogênea (CSH), Huynh-Feldt (HF) e Toeplitz (TOEP). Dessas três, a HF, atende a condição de esfericidade, ou seja, para qualquer conjunto de contrastes ortonormais formulados a partir da diferença entre quaisquer duas contagens de carrapatos (medidas repetidas), elas tem variâncias iguais, ou seja, 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, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) e dentro (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas) de indivíduos.

Tabela 1. Estruturas de variâncias e covariâncias com respectivos parâmetros, graus de liberdade, valores do critério de Informação de Akaike (AIC) e valores de -2 Res Log verossimilhança (-2Log L).

Estrutura	Parâmetro	AIC	-2 Log L
AR(1)	2	1551,6	1547,1
ARMA(1,1)	3	1534,4	1528,4
CS	2	1556,7	1552,7
CSH	10	1549,6	1529,6
H-F	10	1548,4	1528,4
TOEP	9	1540,5	1522,5
UN	45	1536,3	1446,3
VC	1	1691,1	1689,1

Obs: comparação de HF com as demais estruturas, utilizando-se teste de razão de verossimilhança

ARMA(1,1) versus AR(1)	$\rightarrow 1528,4 - 1547,1 \rightarrow \chi^2_1 = 18,7$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus CS	$\rightarrow 1528,4 - 1552,7 \rightarrow \chi^2_1 = 24,3$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus CSH	$\rightarrow 1528,4 - 1529,6 \rightarrow \chi^2_8 = 1,2$ ns
ARMA(1,1) versus H-F	$\rightarrow 1528,4 - 1528,4 \rightarrow \chi^2_7 = 0,0$ ns
ARMA(1,1) versus TOEP	$\rightarrow 1528,4 - 1522,5 \rightarrow \chi^2_6 = 5,9$ ns
ARMA(1,1) versus UM	$\rightarrow 1528,4 - 1446,3 \rightarrow \chi^2_{42} = 82,1$ ($P < 0,001$)
ARMA(1,1) versus VC	$\rightarrow 1528,4 - 1689,1 \rightarrow \chi^2_1 = 160,7$ ($P < 0,001$)

Observando-se os valores de $Pr > F$ da análise de variância do tipo III obtidos para todos efeitos principais e interações em cada das estruturas de variância (Tabela 2), verifica-se que os efeitos entre indivíduos (tratamentos, grupo de vacas e interação tratamentos x grupo de vacas) são bastante influenciados por R. Quando se observa os efeitos dentro de indivíduos (semanas, tratamentos x semanas, grupo de vacas x semanas e tratamentos x grupo de vacas x semanas), verifica-se que apenas o efeito de semanas (medidas repetidas), é o mesmo para

todas as estruturas. Para a interação tratamentos x semanas e grupo de vacas x semanas, a significância destes efeitos é bastante influenciada pelas estruturas, principalmente com relação à Não-Estruturada (UN), indicando que na análise de dados de medidas repetidas, deve-se realmente considerar a estrutura de correlação das avaliações dentro de indivíduos.

Tabela 2. Estruturas de variâncias e covariâncias e análise de variância do tipo III (Pr > F)

Estrutura	Trat	G	Trat x G	S	Trat x S	G x S	Trat x G x S
AR(1)	0,8037	0,0816	0,3794	0,0002	<0,001	0,1551	0,2744
ARMA(1,1)	0,9080	0,1016	0,4919	<0,0001	<0,0001	0,0832	0,2511
CS	0,9861	0,0969	0,5333	<0,0001	0,0004	0,0381	0,2643
CSH	0,9810	0,1118	0,5442	<0,0001	0,0008	0,0351	0,4310
H-F	0,9656	0,0675	0,4759	<0,0001	0,0004	0,0271	0,2676
TOEP	0,8910	0,0961	0,4798	<0,0001	<0,0001	0,1010	0,2771
UN	0,9320	0,1076	0,5016	<0,0001	<0,0001	0,0462	0,6615
VC	0,7904	0,0018	0,1015	<0,0001	0,0609	0,3043	0,7673

CONCLUSÕES

Para os dados de dados de contagens de carrapatos (Y) avaliados semanalmente em vacas Nelore, a estrutura selecionada da variância e covariância dos erros das avaliações dentro de indivíduos foi a Autoregressiva de Primeira Ordem de Média Móvel - ARMA(1,1); entretanto, esta não diferiu da Huynh-Feldt (HF), indicando que para o presente estudo, os dados de Y poderiam ser analisados tanto pelo modelo linear padrão quanto pelo modelo misto, ou seja, para os usuários do SAS, pode-se utilizar tanto o procedimento GLM quanto o MIXED.

LITERATURA CITADA

1. 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
2. LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. SAS System for Mixed Models. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 633p.
3. SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, 2002-2003.