

# TAMANHO AMOSTRAL EM MEDIDAS REPETIDAS: APLICAÇÃO EM CIRCUNFERÊNCIA ESCROTAL DE MACHOS NELORE<sup>1</sup>

ALFREDO RIBEIRO DE FREITAS<sup>2,4</sup>, A. D.FELICIANO SILVA<sup>2</sup> MARGOT N. DOBE<sup>3</sup>, M.MARINA UNANIAN SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EMBRAPA - Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - CPPSE

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA /Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste - CPPSE, CX.P. 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP

<sup>3</sup> Pesquisador da EMBRAPA /Centro Nacional de Pesquisa de Gado de corte - CNPGC,

<sup>4</sup> Bolsista do CNPq

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho é estimar o tamanho amostral mínimo ( $n$ ) de animais para comparar tratamentos considerando a avaliação da circunferência escrotal de bovinos Nelore com idade de 10 até 30 meses como sendo 21 condições de avaliação ou medidas repetidas. O valor de  $n$  que permite detectar diferenças significativas ( $\Delta$ ) entre quaisquer dois vetores de médias pareadas foi obtido por meio de um programa SAS considerando distribuição normal t-variada ( $t=21$ ), distribuição F com parâmetro de não centralidade  $\delta^2_{\Delta}$  e diferentes níveis de erros do tipo I ( $\alpha$ ), potência do teste ( $1-\beta$ ) e  $\Delta$ . As estimativas de  $n$  variaram de 12 a 328, sendo mais influenciadas por variações na  $\Delta$ .

**PALAVRAS-CHAVES:** Distribuição F e parâmetro de não centralidade  $\delta^2_{\Delta}$ , erro do tipo I ( $\alpha$ ), potência do teste ( $1-\beta$ ), medidas repetidas, simulação.

## SAMPLE SIZE IN REPEATED MEASURE: AN APLICATION TO THE SCROTAL CIRCUMFERENCE OF NELORE MALES

**ABSTRACT** - The objective was to estimate minimum sample size ( $n$ ) for evaluation of scrotal circumference in Nelore bulls. Scrotal circumference data for bulls, measured once a month from 10 to 30 months of age, were considered as 21 repeated measures. The value of  $n$  required to detect significant differences ( $\Delta$ ) between successive measurements was determined with a t-variate normal distribution ( $t=21$ ), an F-distribution with noncentrality parameter ( $\delta^2_{\Delta}$ ) and combinations of type I error ( $\alpha$ ), power of the test ( $1-\beta$ ) and  $\Delta$ . The calculated  $n$  ranged from 12 to 328, and was affected most by variation in  $\Delta$ .

**KEYWORDS:** distribution F with noncentrality parameter  $\delta^2_{\Delta}$ , type I error ( $\alpha$ ), power of the test ( $1-\beta$ ), repeated measures, simulation.

### INTRODUÇÃO

O uso de metodologias envolvendo medidas repetidas na pesquisa agropecuária tem recebido mais atenção nos últimos tempos, principalmente devido à eficiência destas comparada aos delineamentos tradicionais, como os de tratamentos aleatorizados em blocos com parcelas divididas ou subdivididas (VONESH & SCHORK, 1986; SAS, 1993). Dentro deste enfoque, pode-se citar o grande interesse no estudo da circunferência escrotal (CE) de bovinos de corte a partir dos 10 meses de idade, devido à correlação alta com características produtivas e reprodutivas, tanto de machos quanto de fêmeas, alta herdabilidade, e ainda como parâmetro de seleção para as raças zebuínas (ALENCAR et al. 1993, ELER et al. 1996).

O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho amostral mínimo de animais a ser utilizado em pesquisas envolvendo a avaliação da CE de animais Nelore, dos 10 aos 30 meses

de idade, podendo-se escolher a precisão com que se deseja testar os tratamentos.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de circunferência escrotal (CE) de 20 animais Nelore colhidos de 1987 a 1988 em Campo Grande, MS sendo consideradas 21 avaliações por animal, dos 10 aos 30 meses de idade. Os dados de CE foram analisados por meio do modelo  $Y_i = \mu + \epsilon_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ), em que  $Y_i = (Y_{i1}, \dots, Y_{i21})$  é o vetor de resposta do  $i$ -ésimo animal nas  $t$  condições de avaliação,  $\mu' = (\mu_1, \dots, \mu_t)$ , o vetor de resposta média e  $\epsilon_i$  o erro experimental de distribuição normal t variada ( $t = 21$ ), identicamente distribuído, com vetor de média nulo e matriz de covariância  $\Sigma$ . O teste multivariado para a hipótese de nulidade para situações onde não exige homogeneidade para a matriz de covariâncias é descrito em VONESH & SCHORK (1986) e GEARY (1989).

Estimativas de  $n$  em função dos graus de liberdade  $v_1 = (t - 1)$ ,  $v_2 = (n - t + 1)$ , parâmetro de não centralidade  $\delta^2_{\Delta}$ , erro do tipo I ( $\alpha$ ), potência do teste ( $1 - \beta$ ), foram obtidas iterativamente por meio de um programa SAS que utiliza as funções FPROB e FINV (HARDISON et al. 1983; VONESH & SCHORK, 1986) na avaliação da integral abaixo, onde  $f_F$  denota a função de densidade da distribuição F não central em que  $F_{\alpha}(v_1, v_2)$  representa a percentagem  $100(1 - \alpha)$  da distribuição F não central (RAO, 1973)

$$1 - \beta(n) = \int_{F_{\alpha}(v_1, v_2)}^{\infty} f_F(x, v_1, v_2, \delta^2_{\Delta}) dx,$$

Estima-se  $n$  da desigualdade  $1 - \beta(n) \geq 1 - \beta$ , sendo  $\delta^2_{\Delta}$  obtido da equação  $n\Delta^2 / \max_{j < k} \{\sigma_j^2 + \sigma_k^2 - 2\sigma_{jk}\}$ , em que  $\sigma_j^2$  e  $\sigma_k^2$  são as variâncias, e  $\sigma_{jk}$  a covariância, associadas às características  $j$  e  $k$ , respectivamente;  $\Delta$  é igual ao desvio padrão máximo ( $\sigma_{MAX}$ ) obtido da matriz de variância-covariância amostral sujeito à restrição  $|\mu_j - \mu_k| \geq \Delta$  ( $i \neq j$ ), ou seja,  $\Delta$  é a diferença entre quaisquer duas médias que se deseja comprovar significância estatística a um nível  $\alpha$  e potência  $(1 - \beta)$  para qualquer  $\delta^2_{\Delta}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da matriz de variância-covariância dos dados, positiva definida, calculou-se  $\max_{j < k} (\sigma_j^2 + \sigma_k^2 - 2\sigma_{jk}) = (3,1742 + 4,3864 - 2 \times 0,840910) = 5,878780$ . Utilizando-se esse valor e ainda  $\Delta/\sigma_{MAX} = 1,0$  para  $\sigma_{MAX} = \sqrt{\sigma^2_{MAX}} = \sqrt{4,386360} = 2,094364$ , obteve-se o valor de  $\delta^2_{\Delta}$  (função de  $n$ , valor a ser estimado), como sendo  $\delta^2_{\Delta} = 0,746134 n$ .

O Quadro I apresenta as estimativas de  $n$  considerando  $t$  tratamentos variando de 2 a 21,  $\alpha$  (0,01 e 0,05), potência do teste  $\beta$  (0,95 e 0,90) e  $\Delta$  assumindo os valores 0,5 $\sigma$ ; 1,0 $\sigma$  e 1,5 $\sigma$ . Nas primeiras colunas tem-se a estimativa de  $n$  quando se deseja testar médias com bastante precisão, havendo a necessidade de grande número de animais; valor este que reduz à medida que diminui a precisão para se detectar significância entre médias de tratamentos. Por exemplo, se deseja fazer 12 avaliações desta característica por animal, ou seja, por um período de um ano, deve-se utilizar de 30 a 268 animais (tratamento = 12 no Quadro), dependendo da precisão com que se pretende detectar diferença significativa entre quaisquer par de médias entre os 12 tratamentos.

## CONCLUSÕES

1. O número de animais necessário para se detectar significância entre médias de avaliação

sucessivas (efeito de tempo) de circunferência escrotal de bovinos Nelore, dos 10 aos 30 meses de idade, é bastante influenciado pela diferença mínima significativa ( $\Delta$ ), erro do tipo I ( $\alpha$ ) e potência do teste ( $1 - \beta$ );

2. há necessidade de amostras grandes de animais para se detectar diferença significativa entre médias quando se considera  $\Delta = 0,5\sigma$ , comparada a valores de  $\Delta$  de 1,0 $\sigma$  a 1,5 $\sigma$ ;

3. Independentemente da potência do teste, para se comprovar diferença significativa entre médias ao nível de  $\alpha = 0,01$ , há necessidade de amostra cerca de 30,0% maior;

4. Independentemente da precisão com que se deseja comprovar diferença significativa entre médias sucessivas, há um acréscimo praticamente linear dos valores de  $n$  à medida que se aumenta o número de médias de tratamentos

( $t = 2, \dots, 21$ ) a ser comparado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALENCAR, M.M., BARBOSA, P.F., BARBOSA, R.T., VIEIRA, R.C. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.22, n.4, p.572-583, jul/ago, 1993
2. ELER, J.P., FERRAZ, J.B.S., SILVA, P.R. Parâmetros genéticos de escores visuais e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE REVISÃO DE CRITÉRIOS DE JULGAMENTO E SELEÇÃO EM GADO DE CORTE, 1996, Uberaba. *Anais...* Uberaba: ABCZ, 1996, 4p.
3. GEARY, D.N. Modelling the covariance structure of repeated measurements. *Biometrics*, Baltimore, MD, v.45, n.4, p.1183-1195, Dec., 1989
4. HARDISON, C.D., QUADE, D., LANGSTON, R.E. Nine functions for probability distributions. In: SAS Institute Inc. SUGI Supplemental Library User's Guide. Cary: SAS Institute Inc, 1983. p.229-236.
5. RAO, C.R. *Linear statistical inference and its applications*, 2.ed., New York: John Wiley, 1973. 625p.
6. SAS INSTITUTE. *SAS/STAT User's guide: statistics*, versão 6, v.2, 4. ed. Cary, 1993.
7. VONESH, E.F., SCHORK, M.A. Sample size analysis of repeated measurement. *Biometrics*, Baltimore, MD, v.42, n.3, p.601-610, Sep., 1986

QUADRO 1 - Estimativa do tamanho amostral mínimo em função do número de tratamentos (avaliação da circunferência escrotal dos 10 aos 30 meses de idade), diferença detectável ( $\Delta/\sigma$ ), erro do tipo I ( $\alpha$ ) e potência do teste ( $1-\beta$ )

Trat.	$\Delta/\sigma = 0,5$				1,0				1,5			
	$1-\beta = 0,95$		0,90		0,95		0,90		0,95		0,90	
	$\alpha=0,01$	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05
2	145	106	122	86	39	28	33	23	20	14	17	12
3	169	126	143	104	46	34	40	29	23	17	21	15
4	186	141	159	117	51	39	44	33	26	20	23	17
5	200	153	172	128	56	42	48	36	29	22	26	19
6	213	163	183	137	59	46	52	39	31	24	28	21
7	224	172	193	145	63	48	55	42	33	26	30	23
8	234	181	202	153	66	51	58	44	35	27	32	24
9	243	189	211	160	69	54	61	47	37	29	33	26
10	252	196	219	166	72	56	64	49	39	31	35	27
11	260	203	226	173	75	59	66	51	40	32	37	29
12	268	210	234	179	77	61	68	53	42	34	38	30
13	276	216	240	184	80	63	71	55	44	35	40	32
14	283	223	247	190	82	65	73	57	45	37	41	33
15	290	228	254	195	84	67	75	59	47	38	43	34
16	297	234	260	200	87	69	77	61	48	39	44	36
17	303	240	266	205	89	71	80	63	50	41	46	37
18	310	245	272	210	91	73	82	64	51	42	47	38
19	316	250	277	215	93	75	84	66	53	43	48	39
20	322	255	283	219	95	77	86	68	54	44	50	41
21	328	260	288	224	97	78	87	69	55	46	51	42